



UNIVERSIDADE DE LISBOA

Faculdade de Medicina Veterinária

IMPACTO DO TRANSPORTE E DO TEMPO NA ABEGOARIA NO pH DAS
CARCAÇAS DE VITELA, EM CONDIÇÕES COMERCIAIS

JOSÉ NUNO DA SILVA MATOS LOUREIRO COSTA

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Doutor José Pedro da Costa Cardoso de Lemos
Doutora Maria Gabriela Lopes Veloso
Doutor Mário Alexandre Gonçalves Quaresma

ORIENTADOR

Doutor Mário Alexandre Gonçalves
Quaresma

CO-ORIENTADOR

Dr. José Bernardo Archer de Menezes
Castro Fraga

2013

LISBOA



UNIVERSIDADE DE LISBOA

Faculdade de Medicina Veterinária

IMPACTO DO TRANSPORTE E DO TEMPO NA ABEGOARIA NO pH DAS
CARCAÇAS DE VITELA, EM CONDIÇÕES COMERCIAIS

JOSÉ NUNO DA SILVA MATOS LOUREIRO COSTA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Doutor José Pedro da Costa Cardoso de Lemos
Doutora Maria Gabriela Lopes Veloso
Doutor Mário Alexandre Gonçalves Quaresma

ORIENTADOR

Doutor Mário Alexandre Gonçalves
Quaresma

CO-ORIENTADOR

Dr. José Bernardo Archer de Menezes
Castro Fraga

2013

LISBOA

Aos meus pais...

“Os grandes ganhos de produtividade, daqui para frente, advirão das melhorias na gestão do conhecimento”

Peter Drucker

Agradecimentos

Ao meu orientador e amigo Professor Doutor Mário Quaresma, pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho e pelas boas histórias contadas.

Ao José Fraga, Luís Correia e ao João Saramago pelo tema do trabalho e por todo o conhecimento que me tornou melhor profissional e pessoa.

A todo o departamento de *Sourcing* da carne, pela ótima receção que tive e pela forma como me trataram.

Ao grupo de distribuição Jerónimo Martins pela oportunidade de estágio e realização do presente trabalho.

A todos os produtores e trabalhadores dos matadouros que tornaram a realização deste trabalho possível.

Ao professor Telmo Pina Nunes, pela ajuda na estatística e pelas críticas construtivas.

Ao Professor Doutor Fernando Bernardo pela motivação e sapiência nos seus conselhos.

Ao Professor George Stilwell pela forma como me recebeu sempre que tive dúvidas.

À Professora Doutora Gabriela Veloso pela disponibilidade para o esclarecimento de dúvidas.

Amigos da faculdade, por terem estado tão bem ao meu lado nesta jornada, particularmente ao Rui, ao Zé, ao Diogo, ao Uriel, ao Malcata, ao Catela, à Sara e à Sandra.

À minha Sara, por estar sempre ao meu lado e me incentivar a ser sempre melhor.

À minha família toda, por não me ter deserdado com a vinda para Lisboa.

À minha irmã mais velha pela forma como olha por mim.

Aos meus pais, por me terem permitido a concretização deste sonho!

Resumo

Este trabalho pretendeu avaliar o pH da carne de animais sujeitos a diferentes condições pré-abate, variando na forma de transporte (se os animais partilharam ou não transporte com animais outras explorações), no número de paragens, na distância e na duração da viagem, no tempo na abegoaria, no tipo de abate (classificados como abates diretos todos aqueles que ocorreram entre as 2 e as 4 horas após chegada ao matadouro e como abates indiretos aqueles que ocorreram entre as 12 e as 21 horas) e a duração do pré-abate que correspondeu desde a saída da exploração de origem até ao abate. Paralelamente, estudou-se de que forma o género, a raça, a conformação, o matadouro e a temperatura da carne influenciaram a incidência de pH $\geq 5,8$ e $\geq 6,0$.

A amostra foi composta por 553 vitelas, sendo que 335 eram animais cruzados de raças de carne e 218 de raça Holstein-Frísia. O pH foi medido 24 horas *post mortem* nos *m. longissimus thoracis e semitendinosus*.

Os animais transportados de forma direta apresentaram frequências de pH $\geq 5,8$ e pH $\geq 6,0$ significativamente inferiores aos de transporte indireto. O mesmo verificou-se nos animais de abate direto comparativamente aos de abate indireto.

Apesar das distâncias e tempos de viagem médios terem sido pequenos (75,7 Km e 79 minutos respetivamente), quando comparados com a realidade de outros países, ambas as variáveis influenciaram significativamente as frequências de animais com pH $\geq 5,8$ e pH $\geq 6,0$.

Palavras-chave: pH da carne, Vitela, Transporte, Abegoaria, *Stress*

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect of different transport and lairage conditions on the pH of veal. Therefore, variables were: type of transport (if the mean of transportation stopped or not in different producers to carry more animals), number of stops, distance and duration of travel, type of slaughter (if animals spent less than 4 hours or more than 12 hours in lairage), lairage time and duration of pre-slaughter (since the animals entered in the truck until the moment they were slaughtered). At the same time, we studied how gender, breed, conformation, slaughterhouse and meat temperature influenced the incidence of high pH values. The sample comprised 553 veal calves, which 335 were beef crossbreeds and 218 Holstein-Friesian breed. The pH was measured 24 hours *post mortem* in *m. longissimus thoracis* and *semitendinosus*.

The animals transported directly to abattoir presented lower frequencies of $\text{pH} \geq 5.8$ and ≥ 6.0 pH than those who stops to carry more calves. The same was observed in animals who spent fewer than 4 hours in lairage.

Despite the distances and average travel times were small (75.7 km and 79 minutes respectively), comparatively to the reality of other countries, both variables significantly influenced the frequency of animals with $\text{pH} \geq 5.8$ and $\text{pH} \geq 6.0$.

Key words: Meat pH, Veal, Transport, Lairage, Stress

Índice geral

	Página
Resumo	ii
Abstract.....	iii
Índice geral	iv
Índice de figuras.....	vi
Índice de tabelas.....	vii
Índice de equações	viii
Lista de abreviaturas	ix
1. Síntese de actividades no período de estágio	2
2. Revisão Bibliográfica	3
2.1. Introdução	3
2.2. O sector da carne de bovino.....	4
2.3. Transporte animal	5
2.4. Princípios comportamentais do maneo e transporte animal	6
2.4.1. Bem-estar animal	6
2.4.2. <i>Stress</i>	8
2.4.3. Avaliação e medição.....	11
2.4.4. Pré-abate	14
2.4.4.1. Avaliação do bem-estar no pré-abate	15
2.4.4.2. Indicadores Comportamentais.....	16
2.4.4.3. Indicadores Fisiológicos.....	16
2.4.4.4. Indicadores na Carcaça.....	20
2.5. Fatores que durante o pré-abate influenciam a descida do pH	28
2.6. Limitações	28
2.7. Manuseamento, carregamento e descarregamento dos animais	28
2.8. Transporte.....	30
2.8.1. Condições Climáticas.....	30
2.8.2. Densidade Animal.....	30
2.8.3. Forma de condução	31
2.8.4. Distância e duração da Viagem.....	32
2.8.5. Separação e mistura de animais	32
2.9. Condições e tempo de permanência na abegoaria.....	33
2.10. Genética dos animais	33
2.11. Gestão e controlo do <i>stress</i> pré-abate.....	34
2.12. Aceitação dos consumidores	35
3. Material e Métodos	36
3.1. Caracterização da amostra.....	36

3.2.	Transporte	36
3.3.	Matadouro	38
3.3.1.	Antes do abate	38
3.3.2.	Depois do abate	38
3.4.	Tratamento estatístico	39
4.	Resultados	40
4.1.	pH.....	40
4.2.	Género.....	41
4.3.	Raça	42
4.5.	Peso líquido de carcaça.....	43
4.6.	Conformação.....	47
4.7.	Matadouro	49
4.8.	Forma de transporte (direto/ indireto).....	50
4.9.	Distância da viagem.....	51
4.10.	Duração da viagem.....	53
4.11.	Número paragens.....	55
4.12.	Tipo de abate	57
4.13.	Tempo na abegoaria	58
4.14.	Duração do pré-abate	60
4.15.	Temperatura do músculo	61
5.	Discussão.....	63
5.1.	pH.....	63
5.2.	Género.....	64
5.3.	Raça	64
5.4.	Peso líquido de carcaça.....	65
5.5.	Conformação.....	65
5.6.	Matadouro	66
5.7.	Forma de Transporte (direto/ indireto)	66
5.8.	Distância e duração de viagem	67
5.9.	Número paragens	68
5.10.	Tipo de abate e tempo na abegoaria	69
5.11.	Duração pré-abate	70
5.12.	Temperatura do músculo	70
6.	Conclusão	71
7.	Bibliografia.....	72

Índice de figuras

Figura 1 - Modelo da resposta biológica dos animais ao <i>stress</i> . Adaptado de Moberg (1985) e Moberg e Mench (2000)	9
Figura 2 - Avaliação do bem-estar animal e seus intervenientes. Adaptado de Velarde e Dalmau (2011).	12
Figura 3 - Utilização do sistema de avaliação do bem-estar animal. Os números representam a quantidade de cada um. Copiado de Velarde e Dalmau (2011).	14
Figura 4 e 5- Níveis de cortisol plasmático e urinário em resposta ao stress. Adaptado de Bourguet <i>et al.</i> (2010).	18
Figura 6 - Variação do pH no LD nas primeiras 24h <i>post mortem</i> . Os pontos correspondem ao valor médio de 15 novilhos e as linhas ao desvio padrão. Adaptado de Warriss (2010).	22
Figura 7 - Esquema da constituição de uma membrana de pH sensível a iões de hidrogénio. Adaptado de Testo (2013).	23
Figura 8 - Esquema da secção da sonda do equipamento Testo 205. Adaptado de Testo (2013).	24
Figura 9 - Relação entre pH 24h <i>post mortem</i> e a concentração de glucose na carne de bovino. Adaptado de Immonen Puolanne (2000).	26
Figura 10 - Relação entre a concentração de ácido láctico (*) e o potencial glicolítico (*) e o pH 48h <i>post mortem</i> . Adaptado de Immonen e Puolanne (2000).	25
Figura 11 - Equipamento de embarque de animais. Adaptada de Grandin (2007).	29
Figura 12 e 13 - Veículo utilizado nos transportes indiretos, com e sem reboque carregando animais. Fotografias originais.	37
Figuras 14 - Tacógrafo analógico com registo de viagem de 365 Km. Fotografia original	37
Figuras 15 e 16 - Descarregamento e permanência de vitelas na abegoaria. Fotografias originais.	37
Figuras 17 e 18 - Local de medição do pH e temperatura no LT (esquerda) e no ST (direita). Fotografias originais.	37
Figura 19- Escala de conformação das carcaças. Adaptado de Regulamento nº 1183/2006... ..	38
Figura 20- Representação da distribuição dos valores de pH no LT e no ST.	40
Figura 21 - Histograma da distribuição dos pesos das carcaças.	44
Figura 22 - Histograma da distribuição das distâncias percorridas.	51
Figura 23 - Distribuição do pH no LT segundo a distância percorrida até ao matadouro, estando representada a reta de regressão: $pH_{LT} = 5,649 + 0,0012h$	52
Figura 24 - Distribuição do pH no ST segundo a distância percorrida para o matadouro, estando representada a reta de regressão: $pH_{ST} = 5,672 + 0,00005h$	52
Figura 25 - Histograma da distribuição das durações de viagem.	53
Figura 26 - Distribuição do pH no LT segundo a duração de viagem para o matadouro, estando representada a reta de regressão: $pH_{LT} = 5,662 + 0,001min$	54
Figura 27 - Distribuição do pH no ST segundo distância de viagem para o matadouro, estando representada a reta de regressão: $pH_{ST} = 5,692 + 0,0002min$	54
Figura 28 - Distribuição do pH no LT pelo número de paragens realizadas pelo animal na viagem para o matadouro.	55
Figura 29 - Distribuição do pH no ST pelo número de paragens realizadas pelo animal na viagem para o matadouro.	56

Figura 30 e 31 - Distribuição dos tempos de permanência na abegoaria.	58
Figura 32 - Distribuição do pH no LT segundo o tempo passado na abegoaria, estando representada a reta regressão: $\text{pH LT} = 5,625 + 0,007\text{horas}$	59
Figura 33 - Distribuição do pH no LT segundo o tempo passado na abegoaria estando representada a reta de repressão: $\text{pH LT} = 5,533 + 0,010\text{horas}$	59
Figura 34 - Histograma da distribuição do pré-abate.	60
Figura 35 e 36 - Distribuição dos valores de temperatura no LT e ST.....	62
Figura 37 e 38 - Condições e práticas de embarque observadas no presente trabalho. Fotografias originais.	67

Índice de tabelas

Tabela 1 - Princípios e critérios do sistema de avaliação do bem-estar. Adaptado de Welfare Quality® (2009).	13
Tabela 2 - Indicadoras do bem-estar animal, durante e após o transporte. Adaptado de Broom (2005).	15
Tabela 3 - Indicadores fisiológicos de <i>stress</i> utilizados no transporte. Adaptado de AHAW (2004).	17
Tabela 4 - Densidades animais para transporte rodoviário (Regulamento CE nº 1/2005).	31
Tabela 5 - Análise estatística descritiva dos valores de pH no LT e no ST.	40
Tabela 6 - Frequência absoluta e relativa de animais com valores de pH no LT e no ST.	41
Tabela 7 - Frequência de animais dos diferentes géneros com valores de pH no LT.	41
Tabela 8 - Frequência de animais dos diferentes géneros com valores de pH no ST.	41
Tabela 9 - Influência do género no peso líquido de carcaça.	42
Tabela 10 - Distribuição dos animais por raça e género.	42
Tabela 11 - Frequência de animais das diferentes raças com valores de pH medidos no LT.	42
Tabela 12 - Frequência de animais das diferentes raças com valores de pH medidos no ST.	43
Tabela 13 - Frequência de animais machos (♂) das diferentes raças, que realizaram transporte direto para o matadouro (D), com valores de pH medidos no LT.....	43
Tabela 14 - Frequência de animais machos (♂) das diferentes raças que realizaram transporte direto para o matadouro (D) com valores de pH medidos no ST.....	43
Tabela 15 - Distribuição dos pesos médios de carcaça por raça.	44
Tabela 16 - Distribuição dos pesos médios de carcaça dos machos (♂) por raça.	45
Tabela 17 - Distribuições dos pesos médios de carcaça de animais CC segundo os géneros.	45
Tabela 18 - Distribuição dos pesos médios de carcaça de animais HF segundo os géneros....	45
Tabela 19 - Frequência de carcaças de diferentes pesos com valores de pH medidos no LT.	45
Tabela 20 - Frequência de carcaças de diferentes pesos com valores de pH medidos no ST.	46
Tabela 21 - Medianas de valores de pH no LT em machos (♂) CC, machos (♂) CC de transporte direto (D) e machos (♂) HF de transporte direto (D) segundo o peso líquidos de carcaça.	46
Tabela 22 - Medianas de valores de pH no ST em machos (♂) CC, machos (♂) CC de transporte direto (D) e machos (♂) HF de transporte direto (D) segundo o peso líquidos de carcaça.	46
Tabela 23 - Frequência da conformação de carcaças em cada intervalo de peso líquido.	47
Tabela 24 - Frequência de conformação de carcaça em cada raça.	47
Tabela 25 - Frequência de conformação de carcaça de machos (♂) em cada raça.	47
Tabela 26 - Frequência de carcaças nos intervalos limitados pelos valores de pH de 5,8 e 6,0 no LT segundo a conformação.	48
Tabela 27 - Frequência de carcaças nos intervalos limitados pelos valores de pH de 5,8 e 6,0 no ST segundo a conformação.....	48
Tabela 28 - Frequência de carcaças de machos (♂) nos intervalos limitados pelos valores de pH de 5,8 e 6,0 no LT segundo a conformação.	48

Tabela 29 - Frequência de carcaças de machos (♂) nos intervalos limitados pelos valores de pH de 5,8 e 6,0 no ST segundo a conformação.	48
Tabela 30 - Frequência de carcaças dos diferentes matadouros nos intervalos de pH no LT.	49
Tabela 31 - Frequência de carcaças dos diferentes matadouros nos intervalos de pH no ST..	49
Tabela 32 - Frequência por raças de animais abatidos nos vários matadouros.....	49
Tabela 33 - Frequência de animais que realizaram diferentes formas de transporte para o matadouro e valores de pH no LT.....	50
Tabela 34 - Frequência de animais que realizaram diferentes formas de transporte para o matadouro e valores de pH no ST.....	50
Tabela 35 - Frequência de animais machos (♂), de raça CC, que realizaram transporte direto (D) e indireto (I) para o matadouro 3 e valores de pH no LT.	50
Tabela 36 - Frequência de animais machos (♂), de raça CC, que realizaram transporte direto (D) e indireto (I) para o matadouro 3 e valores de pH no ST.	51
Tabela 37 - Frequência de carcaças com valores de pH no LT para cada intervalo de distância percorrida até ao matadouro.....	51
Tabela 38 - Frequência de carcaças com valores de pH no ST para cada intervalo de distância percorrida até ao matadouro.....	52
Tabela 39 - Frequência de carcaças com valores de pH no LT para cada intervalo de tempo de viagem.....	53
Tabela 40 - Frequência de carcaças com valores de pH no ST para cada intervalo de tempo de viagem.....	54
Tabela 41 - Frequência de carcaças com valores de pH no LT para cada número de paragens realizadas pelo animal na viagem para o matadouro.	55
Tabela 42 - Frequência de carcaças com valores de pH no ST para cada número de paragens.	55
Tabela 43 - Frequência de carcaças com valores de pH no LT para cada número de paragens realizadas no transporte indireto.	56
Tabela 44 - Frequência de carcaças com valores de pH no ST para cada número de paragens realizadas no transporte indireto.	56
Tabela 45 - Frequência de animais sujeitos a diferentes formas de abate com pH no LT.....	57
Tabela 46 - Frequência de animais sujeitos a diferentes formas de abate com pH no ST.....	57
Tabela 47 - Frequência de carcaças nos intervalos de pH no LT para cada intervalo de tempo na abegoaria.	58
Tabela 48 - Frequência de carcaças com valores de pH no ST para cada intervalo de tempo na abegoaria.	59
Tabela 49 - Frequência de carcaças com valores de pH no LT para cada intervalo de tempo do pré-abate.....	60
Tabela 50 - Frequência de carcaças com valores de pH no ST para cada intervalo de tempo do pré-abate.....	61
Tabela 51 - Medianas dos valores de temperatura no LT e no ST nos diferentes matadouros.....	61
Tabela 52 - Frequência de carcaças com valores de pH em intervalos de temperatura no LT	62
Tabela 53 - Frequência de carcaças com valores de pH em intervalos de temperatura no ST.....	62

Índice de equações

Equação 1- Cálculo do potencial glicolítico	25
---	----

Lista de abreviaturas

ACBSS	Australian Carcass Bruises Scoring System
ACTH	Hormona Adrenocorticotrófica
AHAW	EFSA Panel on Animal Health and Welfare
AL	Ácido Láctico
AMP	Adenosina Monofosfato
ATP	Adenosin Triphosphate/ Adenosina Trifosfato
AWIN	Animal Welfare Indicators
CC	Cruzado de Raças de Carne
CPK	Creatine Phosphokinase/ Creatina Fosfoquinase
CRH	Corticotropin-releasing Hormone/ Hormona Libertadora de Corticotrofina (antigo Factor Libertador de Corticotrofina)
DAkkS	Deutsche Akkreditierungsstelle
DFD	<i>Dark, Firm and Dry</i> / Escura, Firme e Seca
DRB	Doença Respiratória Bovina
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FAWC	Farm Animal Welfare Committee
FAWC	Farm Animal Welfare Council
FFA	Free Fatty Acids/ Ácidos Gordos Livres
GMD	Ganhos Médios Diários
GH	Growth Hormone/ Hormona do Crescimento
HF	Raça Holstein Frísia
ISFET	Ion Sensitive Field-Effect Transistor/ Transístor de Efeito de Campo Sensível a Iões
INE	Instituto Nacional Estatística
INN	Instituto Nacional de Normalización
LT	Músculo <i>longissimus thoracis</i>
LDH	Lactat Dehydrogenase/ Lactato Desidrogenase
LH	Luteinizing Hormone/ Hormona Luteinizante
OIE	International Office of Epizootics
PCV	Packed-Cell Volume/ Hematócrito
P _i	Fósforo inorgânico
pH _u	pH <i>ultimate</i> / pH Final
PMOC	Pro-opiomelanocortin/ Hormona pré-opiomelanocortina
<i>n</i>	Número de animais
NA	Não admitidos
NADH	Nicotinamide Adenine Dinucleotide/ Nicotinamida Adenina Dinucleótido
MRY	Raça Meuse-Rhine-Yssel
SCAHAW	Scientific Committee on Animal Health and Animal Welfare
SNA	Sistema Nervoso Autónomo
SNC	Sistema Nervoso Central
SNP	Sistema Nervoso Parassimpático
SNS	Sistema Nervoso Simpático
VP	Vasopressina
ST	Músculo <i>semitendinosus</i>
WQ	Welfare Quality®
β-OHB	β-hydroxybutyrate/ β-hidroxibutirato

1. Síntese de actividades no período de estágio

A produção animal foi um tema que desde cedo me interessou, tendo com o meu percurso académico surgido a vontade de expandir os meus conhecimentos não só sobre os produtos animais, como também na forma de os valorizar e os tornar apelativos ao consumidor. Desta forma, o meu estágio teve lugar na cadeia de distribuição alimentar da Jerónimo Martins, particularmente com a equipa de *sourcing* de bovino, tendo-se iniciado a 1 setembro de 2012 e terminado a 29 de fevereiro de 2013. Com esta equipa composta pelos Médicos Veterinários José Fraga e Luís Correia e pelo Eng.º Zootécnico João Saramago aprendi como trabalhar com fornecedores, prestadores de serviços e clientes, tendo visitado 18 produtores (Portugal e Espanha), 5 matadouros (12 visitas) e 6 salas de desmancha, onde aprendi como realizar estivas. O estágio não incidiu apenas em animais desta espécie, foram também visitadas explorações de pequenos ruminantes e porco alentejano, assim como uma unidade de transformação de carne de animais desta raça.

Foram também realizados trabalhos no âmbito do controlo da qualidade e segurança da carne, onde sob coordenação da Eng.ª Catarina Pereira e da Eng.ª Maria João Freitas, em que foram acompanhadas algumas das suas ações dentro (operações de receção, execução e expedição) e fora dos armazéns da companhia em ações de auditoria a fornecedores.

Este estágio decorre no âmbito da dissertação de mestrado integrado do curso de medicina veterinária, tendo sido necessário coordenar com produtores e matadouros os abates que fizeram parte do presente estudo, de forma a obter os transportes e os abates diretos e indiretos estabelecidos *a priori*. Também foi necessário deslocar-me 15 vezes aos matadouros, por vezes a distâncias consideráveis, para realizar as 1106 medições de pH que fizeram parte do estudo.

Após a realização do estágio passei a olhar para um produto cárneo na prateleira do supermercado de forma diferente, pensando para além do animal, considerando a que peça de talho pertence, a idade, a raça, a forma de produção, as condições de conservação, o marmoreado, a cor, o tipo de embalagem, o preço, etc... Permitiu-me compreender toda a cadeia, desde o transporte do animal até ao seu abate, desmancha, transformação e venda do produto final. Sendo assim, parece-me que é através de trabalhos deste género que o conhecimento vai evoluindo, permitindo a quem trabalha na área ser mais eficiente e, como tal, obter maior margem de lucro.

Gostava de deixar a minha opinião quanto à certificação de bem-estar em produtos cárneos, pois parece-me que, assim que ultrapassada a atual situação económica Europeia/Nacional, o consumidor tenderá a procurar mais este tipo de produtos e apenas quem estiver preparado vai poder agarrar a oportunidade.

2. Revisão Bibliográfica

2.1.Introdução

Praticamente todos os bovinos realizam pelo menos uma viagem num meio de transporte durante a sua vida produtiva, nem que seja o matadouro o destino final da mesma. O transporte rodoviário é o mais utilizado, por conseguinte, deixamos de parte neste trabalho os transportes marítimo, ferroviário e aéreo, uma vez que cada um possui as suas especificidades.

Durante a viagem para o matadouro os animais estão sujeitos a uma série de eventos potencialmente desencadeadores de *stress*, que perturbam a homeostasia dos indivíduos, ativando uma resposta fisiológica na tentativa de restaurar o equilíbrio. A estimulação do Sistema Nervoso Simpático (SNS), a ativação do sistema neuroendócrino e o esforço muscular a que os animais estão sujeitos no período pré-abate provocam a depleção do glicogénio muscular. Visto a correta descida do pH da carne estar dependente da concentração de glicogénio, a sua medição torna-se um indicador das condições pré-abate. Se o pH não descer para valores inferiores a 6,0, para além de ocorrer alteração qualitativa da carne, também a sua capacidade de conservação fica reduzida. Esta variável é maioritariamente utilizada no estudo de transportes de longo curso, não tendo sido encontrada até ao momento, variação no pH em transportes inferiores a 200 Km ou 4 horas.

Porém, o contexto comercial português é representado maioritariamente por viagens de curta duração, realizadas muitas das vezes por um transportador que carrega na mesma viagem para o matadouro animais de diferentes explorações. Como prática comum, o descarregamento ocorre na tarde anterior ao dia do abate, iniciando-se este pela manhã. Durante a estadia dos animais na abegoaria, que apresenta custos associados, os animais deveriam repousar e recuperar totalmente das perturbações originadas pela deslocação. No entanto, alguns estudos em vitelas parecem não demonstrar que so aconteça. Assim, o objetivo deste estudo é compreender as implicações dos transportes indiretos (animais de várias explorações no mesmo transporte) e dos abates diretos (tempo na abegoaria inferior a 4 horas) de vitelas no pH muscular medido 24 horas *post mortem*. Paralelamente também se analisará de que forma a raça, o peso líquido de carcaça, a conformação, o matadouro onde ocorre o abate, a distância e a duração do transporte, o número de paragens, o tempo de repouso na abegoaria, a temperatura do músculo e a duração do pré-abate influenciam o pH 24 horas *post mortem* da carne de vitela.

2.2.O sector da carne de bovino

A produção de bovinos converte fatores de produção de reduzido valor, como pastagens, palha e subprodutos da indústria e alimento concentrado, num produto rico em proteína de alto valor biológico e com elevado valor de mercado, a carne, sendo considerada a carne desta espécie (*Bos taurus*) a mais nobre de entre a de todos os ungulados domésticos. A produção de bovinos com fins creatopoiéticos concentra-se nas regiões centro e sul do país, sendo as raças autóctones destas regiões as mais utilizadas como linha mãe (Alentejana e Mertolenga). Dado o crescente interesse dos consumidores em adquirirem produtos são, naturais e tradicionais, tem-se verificado a expansão de produtos de denominação de origem protegida (DOP), não só nestas regiões do país mas também em raças cujo solar se encontra mais a norte (Mirandesa, Barrosã, Maronesa, Arouquesa, Marinhova e Cachena). Contudo, estes produtos em 2009 apenas correspondiam a 2,37% do total de carne de bovino produzida, continuando a grande maioria dos abates a serem compostos por animais de raças de aptidão leiteira e animais cruzados de raças autóctones (Alentejana e Mertolenga) com touros de raças exóticas (*Charolais*, *Limousine*, *Angus*, *Saler* e *Blonde d'Aquitaine*).

Em 2012 a produção de carne de bovino em Portugal foi de 93 mil toneladas, sendo que ao contrário da carne de animais adultos, a carne de vitela¹ tem vindo a aumentar a sua produção (+13,1% de 2010 para 2011 e +5,8% de 2011 para 2012), resultado não só da política de compra da empresa de distribuição Pingo Doce® mas também da menor disponibilidade dos criadores para assumir o risco de engordar vitelos (Instituto Nacional Estatística, 2012). No entanto, o consumo médio anual de carne de bovino *per capita* em 2012 foi de 16,6 Kg, obrigando o grau de autoaprovisionamento da carne de bovino nesse mesmo ano a ser de apenas 57,7 % (Instituto Nacional Estatística, 2013), ocorrendo maioritariamente importação de outros países da Europa (Espanha, Holanda e Polónia), América do Sul (Argentina, Uruguai e Brasil) e Oceânia (Nova Zelândia e Austrália).

Em Portugal, ainda não existe a valorização de um produto de origem bovina por uma garantia de bem-estar.

¹Bovino com idade de abate inferior ou igual a 8 meses. Regulamento CE n.º 700/2007.

2.3. Transporte animal

Na década passada, este tema foi muito debatido, pois tanto as organizações defensoras dos direitos dos animais como os governantes e as partes interessadas deram-se conta dos reais efeitos do transporte no bem-estar animal, na segurança alimentar e na qualidade da carcaça e da carne (Marahrens *et al.*, 2011).

O transporte de animais envolve várias operações, tais como a seleção, a própria viagem e o carregamento e descarregamento dos animais. Desta forma os animais ficam sujeitos a eventos possivelmente *stressantes*, como o isolamento, o confinamento, a fome, a sede, o rompimento de laços sociais, a perda de equilíbrio, as variações tanto de humidade como de temperatura e outros fatores associados ao contacto com ambientes estranhos (Federation of Animal Science Societies, 2010). Ao ser perturbada a homeostasia do animal, é ativada uma resposta na tentativa de restaurar o equilíbrio (Ferguson & Warner, 2008). No entanto, os animais reagem de forma bastante diversa, uma vez que para além da perceção de *stress* ser diferente entre eles, também a forma como coordenam a resposta é bastante variável, participando na sua modulação, tanto fatores intrínsecos ao animal (idade, genética, sexo e estado fisiológico) como experiências passadas e conhecimentos adquiridos pelo animal (Moberg & Mench, 2000). Pelo exposto, torna-se ainda mais difícil saber qual a contribuição de cada um dos fatores responsáveis por um maior grau de *stress* no transporte dos animais, tendo sempre em atenção o seu potencial cumulativo.

A diminuição do peso vivo e do rendimento de carcaça, a degradação da qualidade da carne e o comprometimento do bem-estar animal são apontados como as quatro principais razões pelas quais o *stress* no transporte e no manejo dos animais domésticos deve ser controlado (Schaefer, Dubeski, Aalhus & Tong, 2001).

2.4.Princípios comportamentais do manejo e transporte animal

2.4.1. Bem-estar animal

Para a grande maioria da população dos países desenvolvidos, a ideia de bem-estar implica um comportamento “natural” num ambiente “natural”. No entanto, apesar de estar associado a um sentimento compassivo, o conceito está claramente mal definido. Talvez se deva ao facto de cada vez menos pessoas terem experiência no sector primário. Por outro lado, mesmo aqueles que trabalham diariamente com os animais, por vezes acabam por encarar o bem-estar animal como um problema, decorrente de uma má percepção do público que muitas vezes fundamenta as suas opiniões numa visão distorcida pelos meios de comunicação (Webster, 2001). Duncan e Fraser (1997) afirmam que esta confusão se deve ao facto de “o bem-estar animal não ser um termo criado pela ciência para expressar um conceito científico. Pelo contrário, surgiu na sociedade para expressar preocupações éticas sobre o tratamento de animais”. Sendo assim, torna-se necessário clarificar este conceito, sendo a definição de bem-estar como o “estado de um indivíduo no que diz respeito às suas tentativas de colaborar com o ambiente” (Broom, 1986; Broom, 1991; Broom & Johnson, 1993; Fraser & Broom, 1997) bastante esclarecedora e de fácil compreensão quando assumimos que colaborar é ter controlo mental e estabilidade corporal (Broom, 2008), com um ambiente que representa tudo aquilo que está para além do próprio animal. Mais recentemente, no ano de 2012, o artigo 7.1.1 do Código de Saúde dos Animais Terrestres publicado pela Organização Mundial para a saúde animal considera:

O bem-estar animal refere-se à forma como um animal interage com as condições em que vive. Um animal tem bons níveis de bem-estar quando se encontra saudável, confortável, bem-nutrido, seguro, capaz de expressar o seu comportamento inato e não estiver a sofrer de sensações desagradáveis como dor, medo ou “*distress*”.

(International Office of Epizootics, 2012)

Broom (1991) chama atenção para o facto desta definição ter várias implicações ”:1) O bem-estar é característico do animal e não algo que lhe é dado; 2) O bem-estar varia de muito mau a muito bom, numa escala contínua; 3) O bem-estar pode ser medido de forma científica, independentemente de considerações morais; 4) As medições do insucesso e as medições da dificuldade de um animal para colaborar com o ambiente que o rodeia dão informações sobre a má qualidade do bem-estar; 5) O conhecimento das preferências do animal fornece informações válidas sobre as condições que podem resultar num bom bem-estar, embora as medições diretas do estado animal devam também ser usadas nas tentativas de avaliação do bem-estar e do seu

melhoramento; e 6) Os animais podem colaborar com o ambiente de diferentes maneiras e quando este processo falha as consequências são diversas, sendo que qualquer uma das muitas medições pode indicar que o bem-estar é mau e o facto de uma medição, como por exemplo o crescimento, estar normal não quer dizer que o bem-estar é bom.” (Broom, 1991)

Harrison (1964) com “*Animal Machines*” deu a conhecer ao mundo a intensificação da agricultura e da pecuária que estava a acontecer na Europa e na América do Norte. Não se fizeram esperar reações de ambos os lados do Atlântico, tendo sido criado um Comité presidido pelo Professor Rogers Brambell onde foi apresentado pela primeira vez o conceito das “5 Liberdades” e a necessidade da criação do *Farm Animal Welfare Council* (FAWC)(Appleby, 2008; *Farm Animal Welfare Council* [FAWC], 2011). A 1 de Abril de 2011 o *Farm Animal Welfare Committee* (FAWC) assumiu as funções do antigo Conselho, continuando as “5 Liberdades”, após revisão, a ser uma referência não só para este órgão mas para toda a comunidade científica no estudo e avaliação de bem-estar em animais de produção (FAWC, 2011). São elas:

1. Livre de fome e de sede - acesso a água fresca de qualidade e a uma dieta adequada às condições fisiológicas dos animais;
2. Livre de desconforto – fornecimento de um ambiente adequado que inclua um abrigo com uma zona de descanso confortável;
3. Livre de dor, ferimentos e doença - prevenção de doenças, diagnóstico rápido e tratamentos adequados;
4. Liberdade de expressar comportamento normal - fornecimento de espaço adequado, instalações adequadas e a companhia de animais da mesma espécie;
5. Livre de *stress*, medo e ansiedade - assegurando condições e manejo que evitem sofrimento mental.

2.4.2. Stress

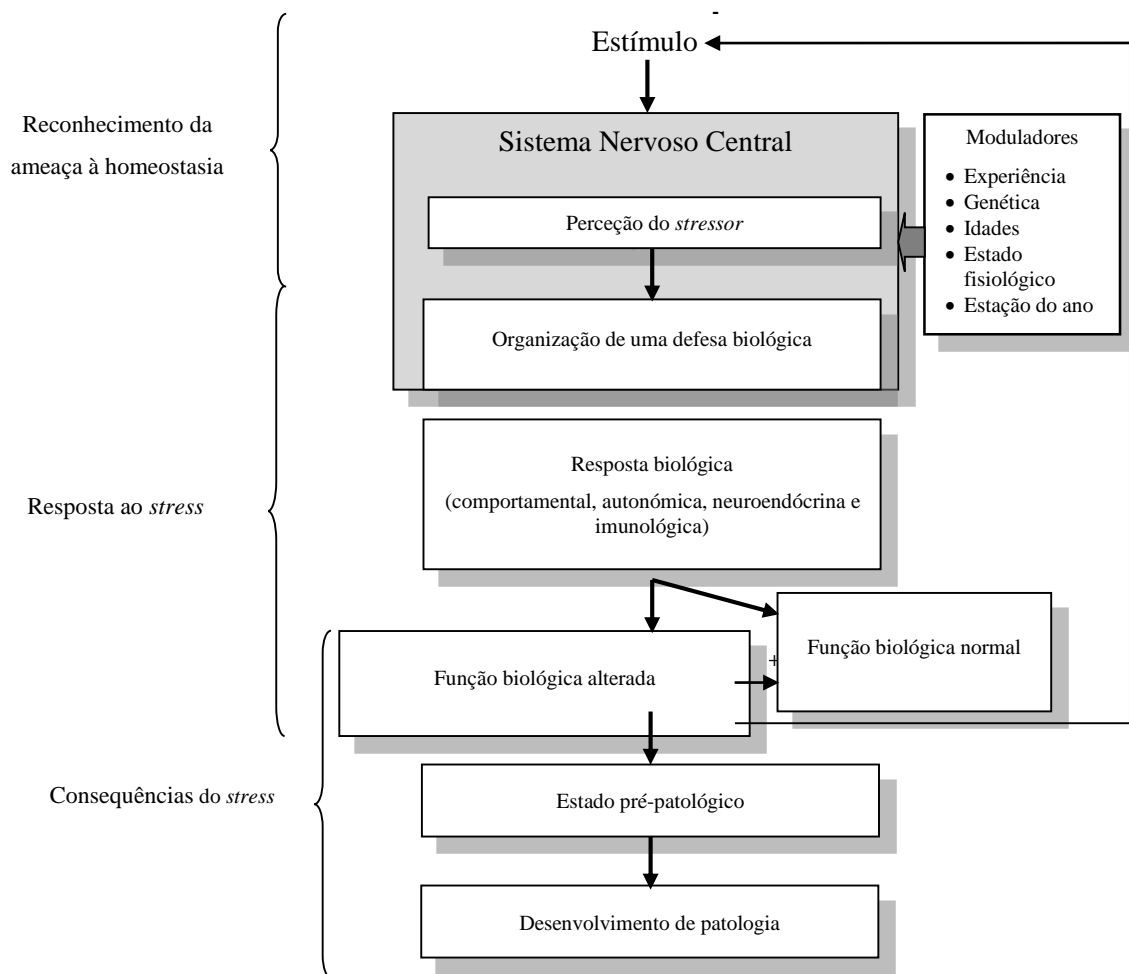
O *stress* faz parte das nossas vidas, não se podendo considerar necessariamente prejudicial. Afinal de contas apreciamos a sensação que experimentamos ao montar a cavalo, ao velejar ou ao subir uma montanha. No entanto, é impossível negar o efeito prejudicial que o *stress* tem na saúde. Tem vindo a ser aceite que animais e Homem padecem de consequências semelhantes na sua saúde como resultado ao *stress*, afetando não só a suscetibilidade a doenças mas também a atividade reprodutiva e o próprio crescimento dos indivíduos (Moberg & Mench, 2000; Moberg, 1985). Torna-se assim indispensável selecionar os fatores que afetam negativamente o bem-estar dos animais, tomando medidas para minimiza-los e se possível evitá-los.

Inicialmente restringia-se a utilização do termo *stress* para se referir a efeitos nocivos sobre um indivíduo (Moberg, 1987; Broom & Johnson, 1993). O *stress* foi considerado como um estímulo ambiental que sobrecarregava os sistemas de controlo do indivíduo, sendo capaz de reduzir a sua capacidade de adaptação² (Broom & Johnson, 1993; Fraser & Broom, 1997). Moberg e Mench (2000), definem *stress* como a resposta biológica montada por um indivíduo quando este deteta uma ameaça à sua homeostasia e sempre que esta resposta põe em causa o seu bem-estar, passa a denominar-se *distress*. À ameaça em si, estes autores deram o nome de *stressor*, podendo este ter tanto uma origem psicológica (contenção, manipulação ou novidade) como física (fome, sede, cansaço, ferimentos ou condições climáticas adversas) (Grandin, 1997).

Os principais desafios são saber quando o *stress* se torna *distress* e encontrar uma forma eficaz de quantificar a resposta do animal. Para isso é necessário compreender de que forma o *stress* é percecionado pelo organismo, como é que este se realiza a sua modulação e monta uma resposta a este estímulo, assim como as suas consequências.

² Utilização de sistemas de regulação através das suas componentes comportamentais e fisiológicas de forma a permitir lidar com as condições do ambiente em que se encontra.

Figura 1 - Modelo da resposta biológica dos animais ao *stress*. Adaptado de Moberg (1985) e Moberg e Mench (2000)



Moberg (1985) dividiu a resposta biológica a um estímulo em três etapas diferentes (Figura 1). Esta começa pelo reconhecimento da ameaça pelo Sistema Nervoso Central (SNC), sendo a percepção deste *stressor* essencial para a resposta montada pelo indivíduo. Assim, é montada uma resposta que depende não só do estímulo (Mason, 1968, 1975) mas também do indivíduo. Esta variação entre animais diferentes deve-se a vários fatores que podem influenciar a forma como o estímulo é percecionado e considerado ou não como uma ameaça à homeostasia. A estes fatores Moberg e Mench (2000) deram o nome de moduladores, que tanto podem ser intrínsecos (genética, sexo, idade e estado fisiológico) como extrínsecos, na medida em que dependem de experiências passadas e de conhecimentos adquiridos pelo animal (Grandin, 1997). Estas variações são provavelmente a grande limitação quando pretendemos medir as consequências do *stress*.

A resposta ao *stress* que corresponde à segunda etapa de Moberg (1985), pode ser também ela dividida, em dois grandes grupos, o tão conhecido “*fight or flight*” e uma segunda resposta, mais lenta, que permite a adaptação do animal depois da situação de alarme.

A primeira resposta, a resposta de alarme, começou por ser estudada nos anos 30 do século XX pelo fisiologista americano W.B. Cannon que lhe deu o nome de síndrome de emergência, sendo o sistema nervoso autónomo (SNA) o grande responsável por esta resposta, que normalmente acontece após uma primeira tentativa comportamental de colaborar com o *stressor*. O SNA enerva o músculo liso (músculo dos vasos sanguíneos), o músculo cardíaco e algumas glândulas. O controlo da maior parte destas estruturas realiza-se simultaneamente através de duas vias: 1) SNS que tem como neurotransmissores a acetilcolina (pré-ganglionar) e a noradrenalina (pós-ganglionar); e 2) o sistema nervoso parassimpático (SNP) que tem como neurotransmissor a acetilcolina (pré e pós-ganglionar). O SNS é responsável pela enervação da medula das adrenais, que libertam para a circulação sanguínea adrenalina e noradrenalina (Cunningham, 2002). Quando um animal se assusta, ocorre uma maior estimulação do SNS sobrepondo-se ao SNP, o que provoca entre outros, o aumento da frequência cardíaca, da pressão arterial e do hematócrito, vasoconstrição periférica, sudação, dilatação brônquica, midríase, e diminuição da função gastrointestinal. A adrenalina é responsável pela ativação da enzima fosforilase, sendo esta catalisadora da glicogenólise, o que provoca um rápido aumento da glicémia (Warriss, 2010). A medição desta resposta para avaliação do bem-estar tem um interesse bastante limitado (Moberg e Mench, 2000) pois trata-se de um acontecimento curto no tempo e com pouco impacto no bem-estar animal a longo-termo.

A segunda resposta, à qual Selye (1950) deu o nome de síndrome de adaptação geral, caracteriza-se pelas respostas do sistema neuroendócrino hipotálamo-hipofisário, que para além de mais lentas estendem-se muito mais no tempo do que as do SNA.

No decurso desta síndrome aumenta a produção de glucocorticoides (hidrocortisona e cortisona) pelo córtex adrenal, devido principalmente à libertação da hormona adrenocorticotrófica (ACTH) pela hipófise anterior, em resposta à libertação hipotalâmica da hormona libertadora de corticotrofina (CRH) (Rivier & Poltsky, 1986) e de vasopressina (VP) como agente potenciador da CRH (Carroll, Gillespie, Willard, Kemper & Welsh, 1993). Como o seu nome indica, os glucocorticoides têm um papel importante na gliconeogénese (a partir das proteínas e das reservas de gordura), tendo como objetivo o aumento da glicémia. Com a ajuda das catecolaminas, já libertadas na primeira etapa, a servirem de agente potenciador, dá-se a conversão, no fígado e rim, do lactato, do piruvato, do glicerol e alguns aminoácidos em glicogénio (Matteri, Carroll & Dyer, 2000).

Caso o aumento de glucocorticoides se prolongue no tempo, para além do aumento da concentração sanguínea de glicose e de corpos cetónicos, que acontece a curto prazo, ocorrem outras alterações, como a hipertrofia da suprarrenal com redução das suas reservas em ácido ascórbico e colesterol, eosinopenia, linfopenia, aumento dos leucócitos polimorfonucleares

(Murata, Takahashi & Matsumoto, 1987). As alterações associadas ao padrão de distribuição de leucócitos no sangue aumentam a suscetibilidade à doença.

Nos animais em crescimento, o *distress* provocado pelo jejum condiciona a redução do número de recetores da hormona do crescimento (GH) e a sua transdução hepática em fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1 (IGF-I). Desta forma o animal consegue estabilizar a glicémia com prejuízo do crescimento, uma vez que a energia destinada ao crescimento passa a ter como propósito a sobrevivência (Ketelslegers, Maiter, Maes, Underwood & Thissen, 1995). O aumento da concentração plasmática de cortisol (hidrocortisona) perante uma situação *stressante* é responsável pela supressão da libertação da hormona luteinizante (LH), por acção central na concentração de GnRH, afetando assim negativamente a função reprodutiva (von Borell, Dobson & Prunier, 2007).

Quando um animal lida com um *stressor* pode optar por diferentes tipos de resposta. Mais importante do que saber qual a estratégia de resposta usada, será conhecer as alterações nas funções biológicas que as tornam ameaças ao bem-estar (Moberg & Mench, 2000). As energias originalmente utilizadas para o crescimento e a reprodução podem ser necessárias para colaborar com um *stressor*. Moberg e Mench (2000) afirmam que quando a resposta biológica é suficientemente alterada para colocar o animal em risco de desenvolver doença estamos perante um estado pré-patológico, e se o animal ficar doente passa ao estado patológico. Neste estado estão também incluídos todos os casos em que o *stress* causa mudanças significativas no metabolismo e no comportamento do animal.

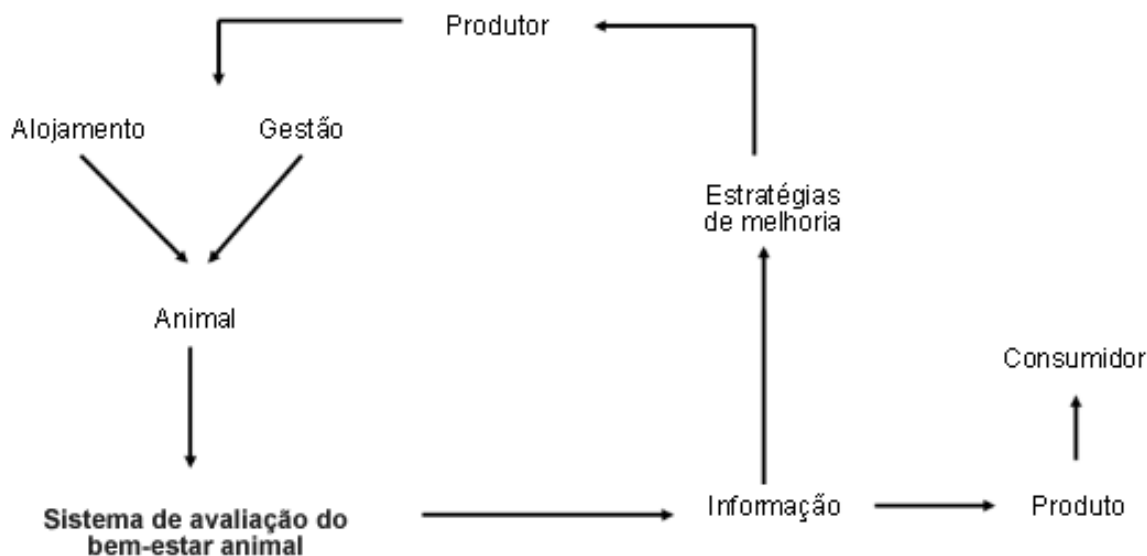
2.4.3. Avaliação e medição

Em 2006, a Comissão Europeia apercebeu-se da crescente importância atribuída pelos cidadãos europeus ao bem-estar animal (Eurobarometer), o que levou à adoção de um plano de ação comunitário relativo à proteção e ao bem-estar dos animais, onde pela primeira vez foram reunidos num único texto os vários aspetos da política da UE sobre estas matérias. Tornou-se assim necessário criar um método de avaliação de bem-estar que obtivesse consenso comunitário e com aplicação passível de ser garantida (Comissão Europeia, 2012). Entre 2000 e 2008 a EU disponibilizou 117,6 M€ para a investigação na área do bem-estar animal (Comissão Europeia, 2012), que levou nomeadamente à fundação em 2004 do projeto Welfare Quality® (WQ). Atualmente conta com 40 instituições em 13 países europeus e 4 instituições em 4 países da América do Sul (Welfare Quality®, 2013).

O projeto Europeu WQ é responsável pelo desenvolvimento de metodologias para avaliar, de uma forma objetiva, o bem-estar de bovinos, suínos e aves domésticas, tanto nas explorações como nos matadouros, identificar as causas de um bem-estar deficiente e aconselhar os

produtores a implementar melhorias (Figura 2). Por enquanto, os protocolos do WQ apenas analisam diretamente o transporte nas fases de carregamento e descarregamento dos animais, sendo que os efeitos da própria viagem apenas são observados no matadouro (Forkman & Keeling, 2009). Este tipo de metodologias proporcionam ao produtor/retalhista uma ferramenta de informação clara e objetiva sobre os padrões de bem-estar animal, sendo dada assim uma garantia ao consumidor quando este opta por comprar um produto de valor acrescentado.

Figura 2 - Avaliação do bem-estar animal e seus intervenientes. Adaptado de Velarde e Dalmau (2011).



O bem-estar é multidimensional (Botreau, Veissier, Butterworth, Bracke & Keeling, 2007; D. Fraser, 1995), e para que se possam avaliar todas as variáveis, a WQ definiu os 4 princípios de bem-estar animal: boa alimentação, bom alojamento, boa saúde e comportamento próprio da espécie. Por sua vez, dentro destes, foram identificados 12 critérios e cada é medido de forma própria (Tabela 1) (Welfare Quality®, 2009).

Tabela 1 - Princípios e critérios do sistema de avaliação do bem-estar. Adaptado de Welfare Quality® (2009).

Princípios	Crítérios	Medições
Boa alimentação	Ausência de fome prolongada	Índice de condição corporal
	Ausência de sede prolongada	Fornecimento de água, limpeza dos bebedouros, número de animais por bebedouro
Bom alojamento	Conforto em relação ao descanso	Tempo que o animal demora para se deitar, estado de limpeza do animal
	Conforto térmico	Ainda não foi desenvolvida forma de medição
	Facilidade de movimento	Cubículos de dimensões apropriadas, acesso a uma área exterior ou pastagem.
Boa saúde	Ausência de lesões	Claudicações e lesões na pele
	Ausência de doença	Tosse, descargas nasais, descargas oculares, dificuldade de respiração, diarreia, dilatação ruminal, mortalidade, etc..
	Ausência de dor causada pelo manejo	Descorna, amputação da cauda e castração
Comportamento apropriado	Expressão de comportamento social adequado	Comportamento agonístico, comportamentos coerentes
	Expressão adequada de outras condutas	Acesso a pastagem
	Relação humano-animal positiva	Distância de fuga, vocalização dos animais. Medidas de coerção dos trabalhadores
	Estado emocional	Debater e escoicear de um animal

A fácil implementação de um sistema de avaliação em condições práticas é a chave para o seu uso nos sistemas de produção. Desta forma, cada medição deve permitir uma avaliação rápida e precisa depois de um curto período de treino. Como a percepção de um *stressor* é característico de cada animal, a WQ decidiu que a avaliação do bem-estar animal seria efetuada diretamente no próprio animal (*animal-based measures*, exemplo: saúde e comportamento). Só quando este tipo de avaliação não está disponível ou não apresenta fiabilidade para a variável em estudo, é que está aconselhada a sua realização através da análise do meio (*resource-based measures*, exemplo: tipo de estabulação e densidade animal) e/ou da gestão da exploração (*management-based measures*, exemplo: estratégia reprodutiva) (Andreasen, 2013; Welfare Quality®, 2009).

Figura 3 - Utilização do sistema de avaliação do bem-estar animal. Os números representam a quantidade de cada um. Copiado de Velarde e Dalmau (2011).



Os resultados que se obtêm em cada uma das diferentes medições são interpretados para calcular a pontuação final obtida de cada critério. Posteriormente estas são combinadas por uma operação matemática específica (integral *Choquet*) de forma a obter a pontuação para cada um dos princípios, por relevância atribuída pelos painéis científicos. Por último, a avaliação final de uma unidade animal, será obtida a partir dos quatro princípios (Figura 3). Sendo classificado na categoria de "excelente", quando possui dois princípios acima de 80, de "boa" com dois acima de 55 e "aceitável" com três princípios superiores a 20. Todas as categorias possuem valores mínimos diferentes para os restantes princípios (Welfare Quality®, 2009; Velarde & Dalmau, 2011).

Mais recentemente, na sequência do projeto WQ foi criado um outro projeto Europeu chamado Animal Welfare Indicators (AWIN), que tem como objetivo estudar os indicadores de bem-estar nas espécies que não foram abordadas pelo projeto anterior, ou seja, nos ovinos, caprinos, cavalos, burros e perus.

2.4.4. Pré-abate

No pré-abate estão incluídas todas as práticas e condições a que os animais estão sujeitos, desde que são reunidos antes de serem carregados para o camião, até à sua entrada na caixa de abate. Por isso, estão sujeitos a uma grande quantidade de estímulos, como: maior contacto humano, transporte, novidade, privação de água e comida, alterações na estrutura social, e mudanças nas condições climáticas (Ferguson & Warner, 2008). Todos estes estímulos tornam-se uma combinação individual de *stressors* para cada animal, possuindo cada um deles o seu próprio perfil temporal de resposta. Como exemplo desta distinção temporal temos as respostas imediata, aguda e de curta duração ao medo do contacto humano e a resposta à privação de água, que não se torna evidente pela resposta comportamental e pela resposta fisiológica até 12 a 24 horas após o seu início (Ferguson & Warner, 2008).

O *stress* a que os animais estão sujeitos durante este período e a consequente diminuição das defesas orgânicas são responsáveis não só pelos traumatismos mas também pelo aparecimento de doença. Quando os bovinos são transportados por longas distâncias em más condições, alguns animais desenvolvem a Doença Respiratória Bovina (DRB), também chamada “febre de trânsito” (Urban–Chmiel & Grooms, 2012; Fulton, Ridpath & Burge, 2013). Caracteriza-se por um quadro de infeção broncopulmonar, sendo o *stress* responsável pela reativação dos agentes microbianos (*Pasteurella* sp., Vírus Respiratório Sincicial Bovino, Vírus da Rinotraqueíte Infecciosa Bovina, e o Vírus da Parainfluenza 3) nos animais portadores, e dadas as condições de proximidade, facilmente infetam os restantes (Broom, 2005).

2.4.4.1. Avaliação do bem-estar no pré-abate

Quando os animais são transportados para o matadouro tem-se, normalmente, em atenção os efeitos a curto prazo, com especial enfoque para as respostas fisiológica e comportamental e para os ferimentos e mortalidade. Por sua vez, quando os animais são mantidos vivos e a avaliação do bem-estar é feita passado algum tempo, o aumento da incidência de doença (Broom & Kirkden, 2004) ou alterações no crescimento ou da capacidade reprodutiva dão informação acerca dos efeitos da viagem no bem-estar (Broom, 2005).

O bem-estar animal pode ser avaliado tanto durante como no final do transporte, através de indicadores comportamentais, fisiológicos e dos associados à qualidade da carcaça (Tabela 2) (Broom, 2005). Apesar de em alguns casos ser bastante evidente que o bem-estar está comprometido, como o caso da morte de um animal por maus tratos, noutros é necessária uma análise mais cuidada.

Tabela 2 - Indicadoras do bem-estar animal, durante e após o transporte. Adaptado de Broom (2005).

Efeito adverso	Observações	Sinais clínicos
Calor	Respiração ofegante, sede e salivação extrema, prostração, sudoração.	Temperatura corporal.
Frio	Piloereção, tremores, amontoamento, prostração	Temperatura corporal.
Desidratação	Sede extrema, teste da prega de pele > 2 segundos, prostração.	Hematócrito, pCO ₂ e pH plasmático, densidade da urina.
Exaustão	Apatia, relutância ao movimento, prostração.	pH da carne, enzimas plasmáticas.
Dor e ferimentos	Claudicação, relutância ao movimento, postura anormal, lesões na pele.	Inspeção das regiões afetadas, hipersensibilidade.
Medo	Vocalização, comportamento agressivo ou de fuga, urinar e defecar.	Corticosteroides plasmáticos.

2.4.4.2. Indicadores Comportamentais

A mudança de comportamento de um animal é o indicador mais fácil de identificar quando está sujeito a um estímulo, ajudando a perceber se se trata ou não de algo negativo (Scientific Committee on Animal Health and Animal Welfare [SCAHAW], 2004). No entanto, a resposta comportamental a um *stressor* é bastante complexa, podendo apenas servir de indicador após o estudo das suas bases motivacionais e neurofisiológicas (Rushen, 2000). Ao contrário de espécies sociáveis no que diz respeito à proteção contra predadores, as ovelhas e os bovinos quase não vocalizam e demonstram muito menos a dor, possivelmente para iludirem o predador e conseguirem o êxito na fuga. Assim, aos olhos de uma pessoa com menos experiência, um animal que não demonstre sinais de desconforto pode ter uma boa classificação de bem-estar, apesar dos indicadores fisiológicos demonstrarem o contrário (Broom, 2008).

O carregamento e descarregamento dos animais no caminhão pode ter graves efeitos nos animais, sendo em parte revelados pelo seu comportamento (Broom, 2007). Com um manuseamento mais cuidado reduz-se não só a resposta do animal porque se melhora o seu bem-estar, como também se poupa nas quebras associadas ao valor da carcaça devido a hematomas, feridas e alterações na qualidade da carne (Grandin, 2008).

Assim que os animais entram no caminhão começam por explorar o espaço e passado algum tempo (2 a 6 horas), se não houver distúrbios, acabam por se deitar. No entanto, a maioria das viagens inclui tanto movimentos laterais como travagens bruscas e acelerações, acabando os animais por não se deitarem (Broom, 2007). Os próprios transportadores, para evitar que os animais sejam pisados ou que tropecem, tendem a levantar qualquer animal que adote o decúbito.

Os indicadores comportamentais mais utilizados na avaliação do bem-estar animal são as tentativas de fuga, as vocalizações, as defecações, os coices, a imobilização, as lutas entre animais, o período de tempo em que um animal se debate, o tempo que demora a percorrer uma determinada distância, os testes de escolha e os testes de aversão (Lay *et al.*, 1992; Grandin, 1992; Grandin, Odde, Schutz & Beherns, 1994; Grandin, 2008).

2.4.4.3. Indicadores Fisiológicos

A resposta fisiológica a uma situação hostil é afetada tanto pela constituição anatómica como fisiológica do animal. Por isso, para fazer a interpretação deste tipo de indicadores é necessário ter sempre em conta os níveis basais, os níveis máximos e a sua variação ao longo do tempo. Os valores de cortisol plasmático, que apresentam principal interesse na medição de *stress* a curto prazo, para além de variarem ao longo do dia, com tendência para serem mais elevados durante

a manhã, atingem o seu valor máximo entre 10 e 20 minutos após o estímulo (EFSA Panel on Animal Health and Welfare [AHAW], 2004; Broom, 2007)

Na tabela 3 estão representados os indicadores fisiológicos mais utilizados na medição do *stress*, ou seja, da resposta de um animal a um *stressor*. Esses indicadores podem ser quantificados no sangue ou noutros fluidos corporais, ou ainda através de outras medições (frequência cardíaca, respiratória, temperatura).

Tabela 3 - Indicadores fisiológicos de *stress* utilizados no transporte. Adaptado de AHAW (2004).

<i>Stressor</i>	Variável fisiológica
Medido no sangue ou outros fluidos corporais	
Privação de comida	↑ FFA, ↑ β-OHB, ↓ glicose, ↑ ureia
Desidratação	↑ Osmolaridade, ↑ proteínas totais, ↑ albumina, ↑ PCV
Esforço muscular	↑ CPK, ↑ lactato
Medo/ excitação	↑ Cortisol, ↑ PCV
Náusea	↑ Vasopressina
Outras medições	
Medo/excitação	↑ Frequência cardíaca, ↑ Frequência respiratória
Hipotermia/ hipertermia	Temperatura corporal, Temperatura da pele

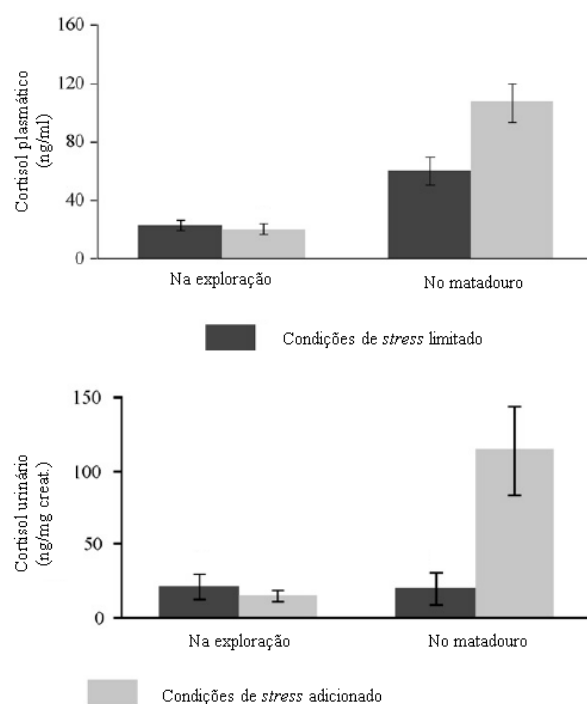
Legenda: FFA: Ácidos Gordos Livres, β-OHB: β-hidroxibutirato, PCV: Hematócrito, CPK: Creatina Fosfoquinase.

Para recolher este tipo de indicadores por vezes nem sequer é necessário tocar no animal como é o caso da medição temperatura (Stewart, Webster, Schaefer, Cook & Scott, 2005), da frequência respiratória, dos tremores musculares, ou do excesso de salivação. No entanto, apesar da sua fácil observação, normalmente não são utilizados devido à sua baixa especificidade. Quando se opta pelo contacto com os animais podemos fazer medições sem analisar o sangue ou qualquer outro fluido corporal, como é no caso da medição da frequência cardíaca, que pode aumentar cerca de 80% perante um estímulo de curta duração como é o caso do embarque (Lensink, Fernandez, Cozzi, Florand & Veissier, 2001; Van De Water, Heylen, Swinnen & Geers, 2003b; Terlouw *et al.*, 2008), tendo tendência para diminuir ao longo dos primeiros 30 a 60 minutos do transporte, permanecendo de seguida entre valores 10 a 36% superiores aos normais (Lensink *et al.*, 2001; Terlouw *et al.*, 2008).

O aumento dos níveis de adrenalina e noradrenalina sofrem variações muito rápidas no tempo, sendo por isso preferível medir a ativação adrenocortical através dos níveis de cortisol no sangue, urina e saliva (Broom, 2007). A saliva, para além de ter uma grande correlação com o cortisol plasmático, é fácil de recolher e apresenta um atraso no pico dos valores, evitando-se assim interferências induzidas pela contenção.

Bourguet *et al.* (2010) comparou a resposta entre dois grupos de animais, cada um com 16 vacas. No grupo controlo limitou ao máximo a exposição a qualquer estímulo, enquanto o grupo experimental foi sujeito a uma situação tanto de *stress* psicológico como físico. Os resultados mostraram um aumento nos níveis plasmáticos de cortisol em ambos os grupos, sendo que nos animais do grupo experimental foi aproximadamente o dobro do observado nos animais do grupo controlo. Os níveis de cortisol urinário também sofreram um grande aumento nos animais que estiveram sujeitos ao *stress*, enquanto nos animais do grupo controlo não se observaram variações nesses valores, o que segundo os autores se deve ao facto de a medição ter sido realizada no momento do abate e portanto os valores ainda não terem atingido o seu pico (Figura 4 e 5).

Figura 4 e 5- Níveis de cortisol plasmático e urinário em resposta ao stress. Adaptado de Bourguet *et al.* (2010)



Grandin (1997) desaconselhou a comparação dos valores de cortisol entre diferentes estudos, devido à sua grande variabilidade. Os machos que atingem a maturidade sexual apresentam valores muito mais baixos quando comparados com vacas e novilhas (Tennessen, Price & Berg, 1984). Em geral, pode-se concluir que médias de valores superiores a 70 ng/mL em vacas e novilhas é um indicador de mau manuseamento ou mau equipamento/instalações (Grandin, 1997).

Van De Water *et al.* (2003b) compararam os valores de cortisol de 316 vitelas de 28 semanas de idade, tendo sido o valor médio de pré-viagem 6,83 ng/mL e pós viagem 17,3 ng/mL. Esta

diferença da concentração de cortisol, estatisticamente significativa ($P < 0,001$), foi explicada pelo efeito viagem.

Sempre que há lesão muscular, como é o caso de uma ferida ou de um grande esforço, são libertados para a corrente sanguínea creatina fosfoquinase (CPK) e lactato desidrogenase (LDH) (Warriss, Brown, Adams & Corlett, 1994). A LDH possui um isómero, o LDH5 que não necessita de lesão muscular para ser convertido no músculo estriado, apresentando o rácio LDH5/LDH_{total} um papel importante na caracterização do estímulo (AHAW, 2004; Broom, 2007). O estudo de Van De Water *et al.* (2003b) onde foram comparados os valores de cortisol, apresentou valores médios de CPK pré-viagem de 244 unidades /L e pós-viagem de 485 unidades /L e de LDH pré-viagem de 19,0 mg /dL e pós-viagem de 52,4 mg /dL, ambas as diferenças são estatisticamente significativas ($P < 0,001$).

A medição dos níveis plasmáticos de β -endorfinas e de vasopressina também pode funcionar como indicador do bem-estar dos animais. As primeiras possuem principal interesse como reforço dos valores de ACTH e cortisol, pois tanto as β -endorfinas como a ACTH têm como precursor a hormona pré-opiomelanocortina (PMOC). Por sua vez, Bradshaw *et al.* (1996) verificaram o aumento dos níveis de vasopressina em porcos que apresentaram vômito e que sofreram de náuseas devido ao transporte.

Como referido anteriormente, ao longo do pré-abate os animais experimentam uma série de agressões à sua homeostasia. A forma como os animais reagem à privação de água e alimento pode ser utilizada para aferir as condições em que são transportados. No entanto, trata-se de indicadores inespecíficos, sendo por isso poucas vezes utilizados. É de esperar que um animal desidratado, como é o caso daqueles que não se conseguem reidratar na abegoaria devido a atitudes de dominância por parte dos outros animais, que lhes vedam o acesso aos bebedouros, apresentem um aumento da osmolaridade sanguínea, com a elevação dos valores do hematócrito (PCV), embora a excitação do transporte possa ser responsável pela contração esplénica, interferindo assim com os valores de PCV. Algum tempo após a última refeição, o animal passa a utilizar energia armazenada, observando-se o aumento dos valores sanguíneos de ácidos gordos livres (FFA) e β -hidroxibutirato (β -OHB) devido à predominância da neoglicogénese (SCAHAW, 2004).

2.4.4.4. Indicadores na Carcaça

As várias medições que podem ser feitas na carcaça fornecem-nos informação importante acerca das condições às quais os animais estiveram sujeitos no transporte e na abegoaria (Broom, 2007).

2.4.4.4.1. Ferimentos

Os bovinos, assim como os outros ruminantes domésticos, apresentam baixos índices de mortalidade devido ao transporte. No entanto, dependendo das condições em que este ocorre, podem estar presentes mais ou menos agressões físicas (hematomas e hemorragias) na carcaça (Warriss, 2010). O que mais afeta os animais durante o pré-abate são as contusões e as feridas (Ferguson & Warner, 2008), estando estas associadas a um impacto tanto no bem-estar dos animais como na qualidade (Strappini, Metz, Gallo & Kemp, 2009) e valorização da carcaça (Ferguson & Warner, 2008). Uma carcaça com este tipo de defeitos apresenta não só uma menor aceitabilidade como também reduzido prazo de validade (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2001). McCausland & Millar (1982) após datarem histologicamente as feridas em mais de dez matadouros australianos, concluíram que mais de metade delas tinham ocorrido após o descarregamento dos animais.

Anderson (1978), responsabilizou os fatores extrínsecos ao animal (matadouro, manuseamento, duração, distância a percorrer, densidade e condições do transporte) pela localização dos ferimentos, enquanto os fatores intrínsecos ao animal (presença de cornos, idade, sexo, raça, condição corporal e temperamento) estão relacionados com a severidade da agressão. Como seria de esperar, a forma de comercialização dos animais, ou seja, se são transportados diretamente do produtor para o matadouro ou vão a leilão antes de irem a matadouro, tem grande influência na incidência de ferimentos. Em média, nestes últimos, a percentagem de animais com ferimentos aumenta 1,6 vezes (Warriss & McNally, 1996) e o número de ferimentos por animal 1,3 vezes (G. A. Eldridge, Barnett, McCausland, Millar & Vowles, 1984).

Foram desenvolvidas várias escalas de classificação de feridas, valorizando cada uma delas de forma diferente vários parâmetros. Enquanto o *Australian Carcass Bruises Scoring System* privilegia a extensão e localização da ferida, o *Finnish Meat Research Institute* baseia-se na cor, aparência e severidade dos ferimentos (Strappini *et al.*, 2009). Outras escalas têm em conta a profundidade, a gravidade (Instituto Nacional de Normalización [INN], 2002), a forma e o padrão das feridas (Grandin & Tarrant, 2000; Broom, 2007).

2.4.4.4.2. Perda de Peso

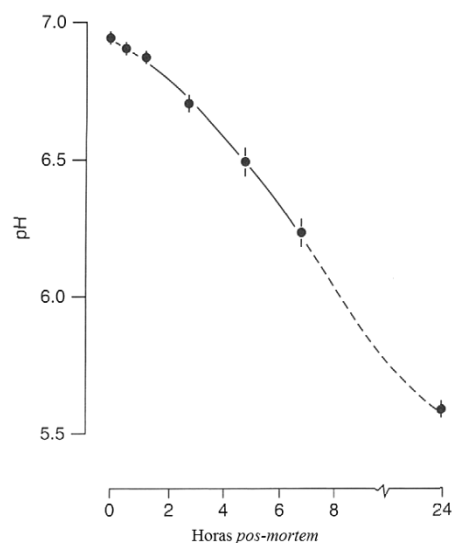
Dadas as privações a que os animais estão sujeitos durante esta etapa, tanto de alimentos como muitas vezes de água, as reduções no peso vivo dos animais são inevitáveis, devendo-se maioritariamente a perdas por evaporação, pela urina e pela eliminação de fezes. Esta última corresponde à quase totalidade das perdas nas primeiras 24 horas de jejum e pode chegar a valores de até 20 % do peso vivo num animal adulto, variando fortemente com a alimentação. Nos animais que estiveram sujeitos a uma alimentação mais rica em fibra, a diminuição do peso neste período é superior aos que foram sujeitos a uma dieta mais rica em concentrado (Warriss, 2010). As perdas de peso na carcaça devem-se à mobilização de reservas para a manutenção das funções vitais e à desidratação a que muitas das vezes os animais estão sujeitos (Knowles & Warriss, 2000).

2.4.4.4.3. Qualidade da carne

2.4.4.4.3.1. Transformação de músculo em carne

Após a morte do animal, cessa o fornecimento de oxigénio e nutrientes aos músculos, devido à falência do sistema circulatório. Desta forma, a produção de adenosina trifosfato (ATP) para a contração e manutenção da integridade muscular, que em vida é assegurada na maioria das vezes por fenómenos oxidativos, como a inter-relação dos processos de glicólise e conversão dos ácidos gordos no próprio ciclo de Krebs por β -oxidação em acetil coenzima A, passa a ser conseguida apenas à custa da oxidação da glicose armazenada no glicogénio muscular. A falta da via oxidativa faz com que as células musculares privilegiem a via glicolítica, o que conduz à produção de piruvato e sua consequente conversão em lactato, reação catalisada pela enzima LDH. Por sua vez, este tende a acumular-se nas células musculares, baixando o pH (Figura 6), o que não acontece nos animais vivos, pois nestes o lactato é transportado para o fígado onde é convertido via piruvato em glicose (Lawrie, 1981).

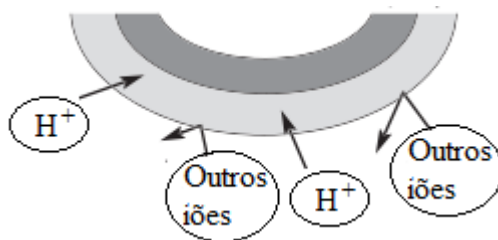
Figura 6 - Variação do pH no LD nas primeiras 24h *post mortem* de 15 novilhos. Adaptado de Warriss (2010).



2.4.4.4.3.2. Medição do pH

O pH é a medição da quantidade do ião de hidrogénio (H^+) presente na solução, sendo definido como o negativo do logaritmo de base 10 da concentração de hidrogeniões $[H^+]$. A água pura a 25 °C tem um pH 7 porque a $[H^+] = 10^{-7}$. É necessário tomar em atenção a temperatura no momento de medição, pois a sua elevação aumenta a velocidade de dissociação das moléculas e portanto a $[H^+]$ é maior, obtendo-se assim valores erradamente mais baixos de pH (Jansen, 2001). A medição do pH de soluções começou por ser realizada através de indicadores com corantes, sendo o “litmus” o mais conhecido, tornando-se vermelho no ácido e azul numa solução alcalina. Na década 70, a empresa alemã “Merck” ciente da imprecisão destes indicadores e do facto de serem pouco práticos quando usados em carne, lançou para o mercado umas fitas próprias para a medição do pH em carnes, as quais permitiam a distinção de carnes não conformes, tanto de pH demasiado alto como baixo. Actualmente são principalmente utilizados eléctrodos de membrana de vidro sensíveis aos iões de hidrogénio (Figura 7), que geram uma voltagem dependente da $[H^+]$ que após ser amplificada surge no visor na escala do pH. O funcionamento deste tipo de instrumentos resulta da combinação de vários eléctrodos, sendo que um deles é a referência (Figura 8). Tem como vantagens, para além da facilidade de utilização, a sua universalidade e possibilidade de utilização em soluções com as mais variadas cores, viscosidades e composições químicas (Warriss, 2010).

Figura 7 - Esquema da constituição de uma membrana de pH sensível a iões de hidrogénio. Adaptado de Testo (2013)

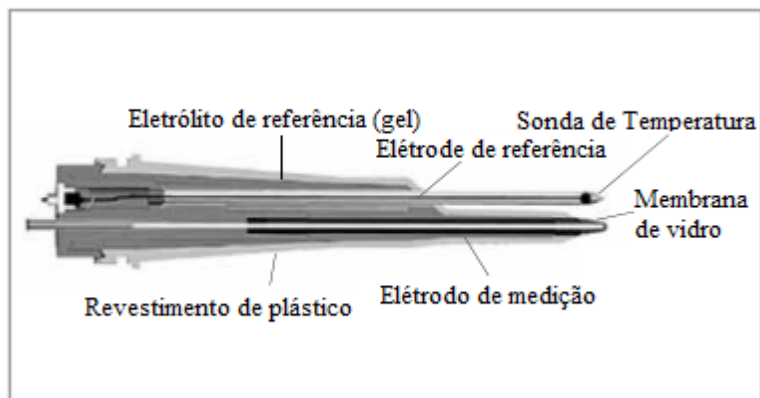


Dado que temperatura influencia os valores de pH, as empresas que desenvolvem este tipo de instrumentos, para retirar esta variável da equação, desenvolveram equipamentos que possuem conjuntamente uma sonda para medição *in situ* da temperatura (Figura 8). Mais recentemente foram desenvolvidos instrumentos mais resistentes do que os elétrodos de vidro, que se baseiam na tecnologia de transístores de efeito de campo sensíveis a iões (ISFETs).

A utilização de elétrodos obriga à sua calibração com duas soluções tampão, ficando os valores de medição no intervalo entre elas. Esta calibração deve ser feita à temperatura a que vão ser realizadas as leituras, o que em carnes corresponde ao intervalo entre 5° e 7 °C. Se não se tiver em conta as temperaturas das soluções tampão, pode-se obter grandes erros nas leituras. Uma variação de 18° C para 0° C num tampão de fosfato, quando utilizado em valores de pH 7 é responsável por uma variação no pH de 0,12, diferença que em situações comerciais pode ter grandes repercussões no preço da carcaça (Jansen, 2001).

Na análise de valores de pH é necessário ter em conta que se trata de uma escala logarítmica. Para se ser estritamente preciso no cálculo da média, deve-se começar por converter a escala logarítmica em escala linear. Por exemplo, para calcular a média de dois valores de pH de 6 e 7, primeiro faz-se a conversão para a $[H^+]$, que corresponde $1 \times 10^{-6} \text{ kmol m}^{-3}$ e $1 \times 10^{-7} \text{ kmol m}^{-3}$ respetivamente, e depois calcula-se a média, cujo resultado é $5,5 \times 10^{-7} \text{ kmol m}^{-3}$, ou seja um pH de 6,26 e não de 6,5. No entanto, esta não é a realidade, o pH continua a ser trabalhado como se tratasse de uma escala linear, sendo um erro encarado como aceitável que não conduz a erros de interpretação de maior (Warriss, 2010).

Figura 8 - Esquema da secção da sonda do equipamento Testo 205. Adaptado de Testo (2013).



A medição do pH da carne adquiriu atualmente tal importância, que foi recentemente patenteado um método de previsão do pH através da medição indireta da concentração de glicogénio. Faz-se a digestão de um grama de músculo utilizando a enzima amiloglucosidase, que degrada o glicogénio em glicose, posteriormente medida através de um glicosímetro tal como os utilizados pelos doentes diabéticos. A grande vantagem deste método é a possibilidade prever o pH, mesmo quando se realiza a desmancha a quente (Young, West, Hart & van Otterdijk, 2004).

2.4.4.4.3.3. pH da carne

Nos bovinos a descida dos valores de pH no músculo demora entre 15 e 36 horas, tendo sido adotada pela comunidade científica a medição às 24 horas *post mortem*, dando-se a esta o nome de pH *ultimate* (pH_u) (Villarreal, María, Sañudo, Olleta & Gebresenbet, 2003; Mach, Bach, Velarde & Devant, 2008; Warriss, 2010). Para que aconteça a descida do pH é necessário que ocorra a glicólise anaeróbia, sendo o glicogénio muscular o principal combustível para esta reação. No estudo da descida do pH, além da concentração de glicogénio é necessário ter também em conta a capacidade tampão³ dos tecidos. Assim, a constituição do músculo determina a quantidade molar de lactato que é necessário para reduzir em uma unidade o pH de um quilograma de músculo. Uma vez que da composição destes fazem parte compostos fosfatados e substâncias do grupo dos imidazóis, as fibras musculares apresentam características de ácido fraco, sendo que em bovinos a capacidade tampão dos *m. longissimus thoracis et lumborum* é de 51 mmol lactato/pH/kg de carne (Kivikari, 1996; Puolanne & Kivikari, 2000). Desta forma, a quantidade de glicogénio necessário para a redução do pH de 7,2 para o valor final de 5,5 é de 43 mmol de glicose/kg, tendo em atenção que cada mole de glicose dá origem a duas moles de lactato (Figura 9) (Immonen & Puolanne, 2000). Uma forma mais precisa de quantificar as

³ A capacidade tampão é a faculdade que um sistema tem a resistir à variação de pH quando lhe é adicionado um ácido ou uma base forte.

reservas de hidratos de carbono no músculo, disponíveis para conversão em lactato é através da aferição do potencial glicolítico (Equação 1; Monin & Sellier, 1985). Este potencial corresponde à adição da concentração de lactato com o dobro das somas das concentrações de glicogénio, glicose e glicose-6-fosfato.

Equação 1- Cálculo do potencial glicolítico

$$\text{Potencial Glicolítico} = 2 ([\text{glicogénio}] + [\text{glicose}] + [\text{glicose-6-fosfato}]) + [\text{lactato}]$$

O potencial glicolítico, para além de variar consoante a espécie, varia também com o tipo de fibra muscular que constitui o músculo esquelético, sendo significativamente superior no músculo esquelético composto maioritariamente por fibras do tipo II (Hunt & Hedrick, 1977; Monin & Ouali, 1991; Klont, Brocks & Eikelenboom, 1998). Este facto pode ser explicado pelos níveis superiores de glicogénio e de compostos fosfatados neste tipo de fibras. Devido à existência de maior número de subtipos histoquímicos (IIa, IIb, IIc), os músculos compostos maioritariamente por fibras musculares do tipo II, apresentam uma variabilidade de valores de pH bastante superior aos do tipo I (Przybylski, Vernin & Monin, 1994).

Ao observar a figura 9, apercebe-se que a partir de uma determinada concentração de glicogénio o pH deixa de baixar o seu valor. Segundo Scopes (1971) tal facto devia-se à paragem da glicólise por indisponibilidade de adenosina monofosfato (AMP), no entanto a teoria mais aceite é a de Sahlin (1978) segundo a qual a interrupção das reações enzimáticas resultada da inativação das enzimas aquando da descida do pH para valores inferiores a 5,4.

Na análise da diminuição do pH, para além do pH_u (Figura 10) é necessário ter também em conta a velocidade a que ocorre a queda deste valor de pH (velocidade glicolítica). Esta última encontra-se estreitamente dependente do *turnover* de fósforo inorgânico (P_i), estequiometricamente relacionado com velocidade de formação de hidrogeniões. Esta para além de ser condicionada pela espécie animal, sendo particularmente relevante no suíno e no peru, está diretamente relacionada com a velocidade de contração muscular e com a temperatura da carne logo após o abate. Por esta razão quando se pretende comparar valores de pH_u a um intervalo fixo pós-abate, é necessário que todas as carcaças sejam sujeitas às mesmas condições de frio (Warriss, 2010).

Figura 9 - Relação entre pH 24h *post mortem* e a concentração de glucose na carne de bovino. Adaptado de Immonen Puolanne (2000).

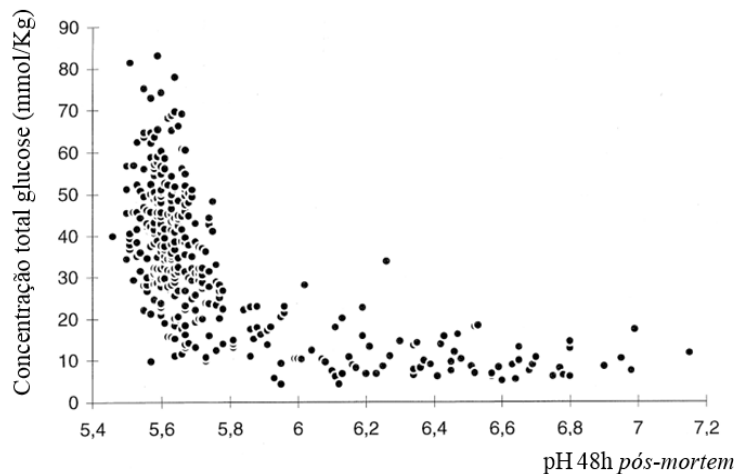
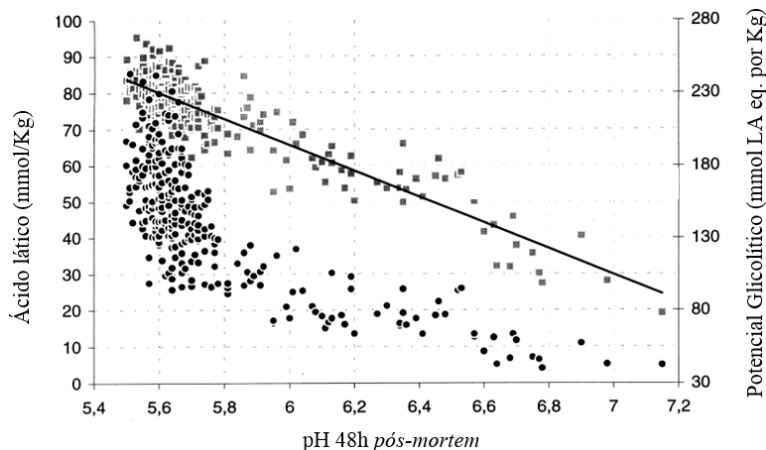


Figura 10 - Relação entre a concentração de ácido láctico (■) e o potencial glicolítico (●) e o pH 48h *post mortem*. Adaptado de Immonen e Puolanne (2000).



A acidificação do músculo *post mortem* está dependente da concentração muscular de glicogénio. Se este mesmo glicogénio for esgotado antes do abate, caso o animal seja sujeito a *stress* prolongado, menor será a quantidade de lactato formado posteriormente. Quando a quantidade de glicogénio muscular se torna inferior a 8 mg/g (0,8 %) deixa de ocorrer uma correta acidificação da carne, permanecendo esta a um $\text{pH} \geq 6,0$. Por conseguinte, o resultado vai ser uma desnaturação das proteínas inferior ao normal, formando-se uma pequena ou nula quantidade de exsudado uma vez que o encurtamento por latência miofibrilar também é praticamente inexistente. Desta forma, o músculo torna-se uma estrutura fechada e translúcida, que absorve em vez de refletir luz. Por não acontecer uma correta oxigenação para além da fina camada superficial (insuficiente difusão do oxigénio ou sua utilização devido à grande atividade do citocromo por falta de controlo pelo pH), a carne assume a cor púrpura (escuro), coberta por uma fina camada vermelho brilhante de mioglobina oxigenada (MbO_2) (Warriss, 2010).

As carnes com as alterações acima descritas, com cor escura, firmes e secas são designadas de DFD (*Dark, Firm and Dry*), permitindo o pH definir objetivamente esta condição. Normalmente

a barreira de pH estabelecida no *m. longissimus thoracis* é o valor de 6,0 (Van de Water, Verjans & Geers, 2003a; Apple *et al.*, 2006; Mach *et al.*, 2008), tendo sido utilizados anteriormente valores de 6,2 e 6,3 (Newton & Gill, 1981; Fabiansson, Erichsen, Laser Reuterswärd & Malmfors, 1984).

As carcaças com pH superior a 5,8 são desvalorizadas em cerca de 10% no mercado. Apesar de não ser definido como limite para carnes DFD é considerado como valor máximo do intervalo desejável (Klont *et al.*, 1999; Immonen, Ruusunen, Hissa & Puolanne, 2000; Grandin & Tarrant, 2000).

Carnes DFD caracterizam-se por possuírem um prazo de validade reduzido devido ao metabolismo dos aminoácidos e proteínas, o que não aconteceria de forma tão rápida a pH mais baixo. Em condições de aerobiose crescem principalmente *Acinetobacter* spp e *Shewanella putrefaciens*. No caso de estas carnes serem embaladas a vácuo ocorre o crescimento de *Shewanella putrefaciens* e *Enterobacteriaceae* tolerantes ao frio. Devido à reação do SH₂ com a mioglobina e à formação da sulfomioglobina, tanto surgem os maus cheiros como o aparecimento de cor verde na carne (Newton & Gill, 1981; Moreno, 2006; Warriss, 2010). Como seria de esperar esta carne possui uma palatabilidade inferior. Já quanto à forma como o pH afeta a tenrura parece não existir consenso (Purchas & Aungsupakorn, 1993; Guignot, Touraille, Ouali, Renerre & Monin, 1994; Peachey, Purchas & Duizer, 2002; Wulf, Emnett, Leheska e Moeller, 2002; Gruber *et al.*, 2010).

Nos países onde se consome vitela branca, o principal determinante do preço da carcaça é a cor, e devido ao facto de esta variar tanto em função do conteúdo em pigmentos (dieta) como da descida dos valores de pH (Guignot, Quilichini, Renerre, Lacourt & Monin, 1992), o controlo destas duas variáveis é bastante apertado (Klont *et al.*, 1999).

Torna-se assim necessário perceber quais são os principais responsáveis pelo *stress* no pré-abate dos animais, de forma a conseguir a obtenção de carcaças com maiores concentrações de glicogénio muscular para que posteriormente o pH possa descer para valores normais (5,5-5,8).

2.5. Fatores que durante o pré-abate influenciam a descida do pH

2.6. Limitações

Todos os resultados de estudos sobre o efeito do transporte têm valor, porque enquanto uns têm um grande controlo das suas variáveis mas representam mal as condições comerciais, outros representam aquilo que realmente se passa na prática em contexto comercial, apesar de serem menos controlados (Broom, 2005). Hall & Bradshaw (1998) categorizaram estes estudos em cinco tipos, cada um com os seus prós e contras: 1) estudos onde o transporte, apesar de não estarem reunidas as condições da prática comercial, é estudado explicitamente como um *stressor* que produz uma resposta com particular interesse; 2) estudos sem controlo, em que se realizam medições dos indicadores antes e após a viagem em condições comerciais ou experimentais; 3) estudos sem controlo, em que os indicadores são medidos durante os trajetos; 4) estudos onde são comparados animais transportados com animais que não viajaram, servindo estes como controlos; e 5) estudos onde diferentes *stressors* são analisados separadamente, quer através do desenho experimental, quer através da análise estatística.

Para se analisarem as diferenças na resposta a um *stressor* é necessária uma uniformização e um controlo efetivo das condições do ambiente pós-abate, especialmente da temperatura, porque é responsável por variações no pH, na tenrura e na capacidade de retenção da água (Bendall, 1973).

2.7. Manuseamento, carregamento e descarregamento dos animais

Parece existir uma tendência nas pessoas para serem menos cruéis com outros seres, quando os consideram conscientes e sensíveis. No entanto, ainda há quem veja os animais apenas como objetos valorizados em função do seu fim, não lhes atribuindo capacidade de sentir medo ou dor. Durante o manuseamento e o transporte, este tipo de atitudes por parte das pessoas pode resultar em grande *distress* nos animais, o que poderia ser minimizado ou possivelmente anulado caso outra pessoa fosse encarregada da mesma função. Visto estes comportamentos incorretos serem assentes em pressupostos errados e falta de sensibilidade, a formação e o treino do pessoal podem alterar substancialmente as atitudes para com os animais e o seu tratamento (Broom, 2005). Uma forma complementar de incentivar o cuidado no manuseamento e na condução, por parte dos transportadores, é através da atribuição de um benefício financeiro em função dos indicadores de *stress* presentes na carcaça (Trunkfield & Broom, 1990).

As condições de bem-estar dos animais durante o transporte dependem principalmente do comportamento dos transportadores, porém esta é uma responsabilidade partilhada com outras categorias de operadores tais como detentores, tratadores, agricultores, comerciantes, trabalhadores de centros de agrupamento e de matadouros. Em consequência, algumas

obrigações relativas ao bem-estar dos animais devem ser alargadas a todos os operadores envolvidos no transporte de animais (Regulamento CE nº 1/2005). Está provado que quando não se faz uso de paus, bastões e agulhões elétricos, para além de serem atingidos melhores resultados no que diz respeito ao bem-estar, a probabilidade da qualidade da carcaça ser negativamente afetada é menor (Broom, 2005). Warner *et al.* (2005) responsabilizaram a administração de descargas elétricas pela redução da capacidade de retenção de água pelo músculo, tendo verificado que a carne dos animais que sofreram maior número de descargas recebeu pior classificação na tenrura, suculência e sabor. Lensink *et al.* (2001) compararam as diferenças nas respostas ao *stress* entre vitelas de explorações com produtores/tratadores de comportamento positivo e comportamento negativo relativamente aos animais. As primeiras, para além de demonstrarem menos medo perante as pessoas, foram carregadas no camião com menor esforço, apresentando nesta operação menor frequência cardíaca. No matadouro registaram menos acidentes e as suas carcaças apresentaram cor mais clara e valores de pH e humidade inferiores. Mounier, Dubroeuq, Andanson, e Veissier (2006) encontraram valores inferiores de cortisol no matadouro em touros de explorações onde os tratadores acreditavam que os animais eram sensíveis ao toque humano, possivelmente pela atenuação do medo.

Depois de assegurar a correta formação do pessoal e de garantir que o manuseamento dos animais é realizado de forma correta e sem recurso à violência ou a qualquer método suscetível de provocar medo, lesões ou sofrimento, é necessário garantir a construção, manutenção e utilização adequada dos equipamentos de carregamento e descarregamento, por forma a evitar lesões e sofrimento. Para assegurar a segurança dos animais, as rampas para os bovinos não devem ultrapassar os 26 ° 34', ou seja, 50 % em relação à horizontal (Regulamento CE nº1/2005). Uma vez que o carregamento e o descarregamento de animais representam as fases do transporte em que os indicadores fisiológicos de *stress* são geralmente ultrapassados (Hartung, Marahrens & von Holleben, 2003), as estruturas usadas nestas operações têm sofrido progressivos melhoramentos graças a vários estudos realizados nas últimas décadas (Figura 11).

Figura 11 - Equipamento de embarque de animais. Adaptada de Grandin (2007)



2.8. Transporte

O transporte de animais pode ser subdividido em dois grupos diferentes, de curto e de longo curso; este último corresponde a viagens que excedam as 8 horas e apresenta condições específicas no que diz respeito às características físicas do camião (teto, chão, cama, ventilação, controlo da temperatura, sistemas de navegação), a critérios exigidos pelo plano de marcha e ao fornecimento de alimentos e água. Os veículos que transportam animais por períodos de tempo superiores a 8 horas, para além de condições próprias necessitam também de uma logística especial, e uma vez que em Portugal a maioria dos transportes têm uma duração inferior a oito horas, não iremos explorar as particularidades dos transportes de longo curso. Sobre este assunto recomendamos a leitura dos artigos dos seguintes autores: Tadich, Gallo, Bustamante, Schwerter & van Schaik, 2005; Appleby, Cussen, Lambert & Turner, 2008; Fisher *et al.*, 2010.

2.8.1. Condições Climáticas

As condições ambientais podem sofrer uma forte variação durante o período de viagem, tornando-se necessário que a pessoa responsável vá adaptando os sistemas de ventilação (passiva/forçada). Devido às características próprias de cada região, os meios de transporte foram sofrendo adaptações, como no caso da Finlândia onde são utilizados atrelados completamente fechados, sendo o fornecimento de ar completamente condicionado, quente no inverno e fresco no verão (SCAHAW, 2004).

Nos países mediterrânicos a principal ameaça ao bem-estar dos animais é o calor; sempre que o veículo pára a sua marcha verifica-se um aumento da temperatura no seu interior, devido à falta de ventilação passiva (Grandin & Tarrant, 2000). Em Portugal, a ventilação da maioria dos camiões é feita através de vários orifícios presentes nos taipais laterais, porém foi demonstrado que a circulação de ar neste tipo de veículos não é uniforme ao nível das cabeças dos animais, sendo por isso aconselhado o controlo mecânico da ventilação, tanto em transportes de curto como de longo curso (Grandin & Tarrant, 2000).

O rácio temperatura/humidade influencia os níveis de cortisol, triiodotironina (T3), glicose, potássio, magnésio, PCV e CPK (AHAW, 2011). Assim, em 2002 o Scientific Committee on Animal Health and Animal Welfare (SCAHAW) propôs à Comissão Europeia que legislasse para as viagens superiores a 8 horas como valor máximo de temperatura 30 °C, e caso a humidade excedesse os 80% diminuiria para 27 °C. Como temperatura mínima foi proposto 0 °C para adultos, 5 °C para animais entre 2 e 27 semanas e 10 °C para animais menores de 2 semanas.

2.8.2. Densidade Animal

A ventilação necessária varia muito em função da densidade animal, pois o facto de se tocarem diminui a área de perda de calor e por conseguinte a capacidade de arrefecimento. Já Tarrant, Kenny, Harrington & Murphy (1992) descreveram que um aumento da densidade animal conduz ao aumento da frequência de quedas e ferimentos, assim como da concentração plasmática de cortisol e CPK.

Tabela 4 - Densidades animais aconselhadas para transporte rodoviário (Regulamento CE nº 1/2005).

Categoria	Peso aproximado (em kg)	Área em m ² por animal
Vitelos de criação	50	0,30 a 0,40
Vitelos médios	110	0,40 a 0,70
Vitelos pesados	200	0,70 a 0,95
Bovinos médios	325	0,95 a 1,30
Bovinos adultos	550	1,30 a 1,60
Grandes bovinos	> 700	> 1,60

Não existe um consenso quanto à densidade animal ideal, pois certos autores defendem que com uma concentração de animais superior reduz-se o número de quedas, uma vez que os animais tendem a deslocar-se menos e evita-se o decúbito, acabando por se apoiar no animal do lado (Petherick & Phillips, 2009). Estes argumentos são refutados pelos que chamam a atenção para o fenómeno do decúbito involuntário, tratando-se de animais que após queda num transporte com alta densidade não se conseguem levantar devido à ocupação do seu lugar pelos restantes (Whiting, 2000). Os autores que defendem uma densidade animal inferior, afirmam que quando existe espaço os animais preferem manter o seu equilíbrio sem tocar nos animais vizinhos (Cockram, 2007; Broom, 2008). Por outro lado, quando foi disponibilizado aos animais uma densidade inferior aos requisitos legais (Tabela 5), o risco de ferimento aumentou (Eldridge & Winfield, 1988; Eldridge, Winfield & Cahill, 1988; Grandin & Tarrant, 2000). Contudo, a qualidade da condução não foi avaliada nos estudos anteriormente referidos, o que não permite a comparação dos resultados, continuando este a ser um tema em debate.

Recentemente foi proposta uma nova forma cálculo da densidade para a espécie bovina baseada numa equação alométrica que para além do peso também tem em conta o volume do animal (SCAHAW, 2004; Petherick & Phillips, 2009; AHAW, 2011).

2.8.3. Forma de condução

A forma como o veículo é conduzido, especialmente a curvar e na maneira como as acelerações e as travagens são feitas, tem grandes consequências no bem-estar dos animais (Broom, 2005). Dirigir um camião com animais exige qualidades adicionais, pois para além de se tratar de uma carga em movimento é necessário seleccionar uma rota calma, com piso de qualidade e pouco sujeita a engarrafamentos (SCAHAW, 2004).

2.8.4. Distância e duração da Viagem

Nestorov, Tomov & Kretev(1970) citados por María (2008) e por Villarroel *et al.* (2003) foram os primeiros a descrever o aumento do pH 24 horas *post mortem* com o aumento da duração da viagem. No entanto, apesar de não existir consenso no valor, esta relação parece existir apenas a partir de uma determinada distância. Eldridge & Winfield (1988) consideraram o limite mínimo 400 km, já Puolanne & Aalto (1981) estabeleceram-no como 200 km e Jones & Tong (1989) como 250 km, entre outros. Por outro lado Ferguson & Warner (2008) chamam a atenção para a relevância do tempo em relação à distância a percorrer. Grandin (2007) concluiu que viagens com duração inferior a 4 horas apresentam um efeito mínimo no pH_u, desde que sejam garantidas boas condições durante a viagem e não ocorram traumatismos.

Outros autores não verificam um aumento significativo nos valores de pH com o aumento do tempo de transporte, apesar da redução do potencial glicogénico (Bendall, 1973; Fernandez, Monin, Culioli, Legrand & Quilichini, 1996; Villarroel *et al.*, 2003). Este tema promete continuar a ser gerador de controvérsia (Cockram, 2007).

2.8.5. Separação e mistura de animais

Por serem animais de manada, quando a manipulação dos bovinos no período pré-abate é realizada mantendo os seus laços sociais, os procedimentos ficam bastante facilitados. Sempre que mantidos em grupo, os animais não só deixam de sofrer com a separação (Watts & Stookey, 2000), como também lidam melhor com a novidade do contexto matadouro. Assim, apresentam níveis de *distress* mais baixos, demonstrados por elevações mais subtis dos níveis de cortisol no momento do abate (Bourguet *et al.*, 2010; Mounier *et al.*, 2006).

Grandin & Tarrant (2000) defendem que o comportamento mais associado à depleção do músculo em glicogénio são as montas, daí a obrigatoriedade de manusear e transportar separadamente machos e fêmeas sexualmente maduros (Regulamento CE nº 1/2005). A legislação europeia também proíbe a mistura de animais que sejam hostis entre si ou de tamanhos e idades significativamente diferentes, pois para além do *stress* que está inerente à criação de uma nova hierarquia social (Broom, 2007; Partida, Olleta, Campo, Sañudo & María, 2007), existe o risco de se ferirem. Este é especialmente elevado na coabitação de animais mochos e animais com cornos, daí a sua proibição (Regulamento CE nº 1/2005). É difícil definir uma idade mínima para a separação, pois foram mesmo identificados conflitos entre vitelos de 6 meses de idade (Trunkfield & Broom, 1990). A mistura de animais de diferentes origens associada ao *stress* do transporte eleva também o risco de doença, nomeadamente a DRB (Urban–Chmiel & Grooms, 2012; Fulton *et al.*, 2013).

2.9. Condições e tempo de permanência na abegoaria

Em alguns países da Europa as vitelas são transportadas por uma a quatro horas, diretamente da exploração para o matadouro, onde são distribuídas na abegoaria em grupos de 20 a 40 animais. O abate ocorre entre 30 minutos a 4 horas após a chegada (Terlouw *et al.*, 2008). Em Portugal, regra geral, os animais são descarregados na abegoaria na tarde do dia anterior ao abate. Neste local deve-lhes ser permitida a reidratação e o descanso, de forma a recuperarem da fadiga do transporte (Ferguson & Warner, 2008). No entanto, nem sempre as condições da abegoaria o permitem, uma vez que os animais alojados na zona da abegoaria mais perto do local de descarregamento, apresentam valores de pH da carne superiores, assim como maior incidência de ferimentos na carcaça (Eldridge, Warner, Winfield & Vowles, 1989). Num estudo com vitelas, os animais mantidos na abegoaria apresentaram a frequência cardíaca e as concentrações plasmáticas do lactato superiores aos valores de referência, indicativos de que não estava a ser permitido o repouso em condições adequadas. No mesmo trabalho, foi também encontrada uma correlação positiva entre o tempo de permanência na abegoaria e a concentração de CPK plasmática, provavelmente consequência dos comportamentos de monta e luta observados nesse local (Van de Water *et al.*, 2003b). Outro problema prende-se com o facto da reposição do glicogénio muscular nos ruminantes ser lenta, variando entre 0,06 e 1,6 mmol/g de músculo/h sob jejum e alimentação de concentrado, respetivamente (McVeigh & Tarrant, 1982). Salientando assim a necessidade de evitar ao máximo o *stress* pré-abate de forma a reduzir a mobilização do glicogénio muscular (Immonen, Schaefer, Puolanne, Kauffman & Nordheim, 2000).

2.10. Genética dos animais

A seleção animal tendo em vista a maximização da produtividade teve como consequência problemas no bem-estar animal (D. Broom, 1992). Enquanto nos animais com aptidão para carne é mais comum a presença de doença articular devido ao peso exagerado, já nos animais de raça leiteira as doenças podais constituem a principal patologia. Por isso, Broom (2005) aconselha que o transporte destes últimos seja especialmente cuidado, tanto ao nível das condições do veículo como na distância a percorrer. Machos e fêmeas sexualmente maduros devem ser separados no pré-abate, no entanto, em raças altamente selecionadas para precocidade (HF), apesar de os animais ainda serem considerados “vitela” e “vitelão” pelo Regulamento (CE) n.º 700/2007 do Conselho, já atingiram a puberdade, sendo os níveis de testosterona responsáveis por comportamentos de agressividade e de monta (Evans, Davies, Nasser, Bowman & Rawlings, 1995; Partida *et al.*, 2007; Ball & Peters, 2008).

2.11. Gestão e controlo do *stress* pré-abate

A pesquisa para encontrar as melhores práticas de transporte tem sido intensa, no entanto, a excelência é difícil de atingir devido ao custo da implantação das medidas num contexto comercial (D'Souza, Warner, Leury & Dunshea, 1998). Com a proibição da utilização de tranquilizantes farmacológicos no transporte de animais imposta pela Comunidade Europeia, por questões de segurança alimentar (Peeters, Driessen & Geers, 2006), as atenções viraram-se, particularmente nos porcos, para a utilização de suplementos, tornando-se necessário investigar a sua eficácia sobre os efeitos do *stress* pré-abate (Ferguson & Warner, 2008). Apesar do já conhecido papel do magnésio na redução da estimulação neuromuscular, por antagonizar o cálcio e inibir a secreção de acetilcolina e do seu efeito na redução da libertação de noradrenalina e adrenalina, tanto nos neurónios como nas suprarrenais, os resultados da sua administração em porcos não são consensuais (Kietzmann & Jablonski, 1985; Otten, Berrer, Hartmann, Bergerhoff & Eichinger, 1993; Geesink *et al.*, 2004; Apple *et al.*, 2005; Peeters *et al.*, 2005). Os efeitos da administração de triptofano na qualidade da carcaça, baseando-se no facto de ser precursor da serotonina, reguladora de várias funções biológicas que incluem o controlo da temperatura, excitação, sensibilidade à dor, alimentação, comportamento sexual e agressão (Leathwood, 1987), nem sempre são observáveis e necessitam da administração de doses elevadas (Henry, Sève, Mounier & Ganier, 1996; Schaefer *et al.*, 2001; Peeters *et al.*, 2005, 2006). Foram realizados ensaios com a administração de ervas naturais (*Valeriana officinalis* L. e *Passiflora incarnata* L.) na água de bebida, com o intuito de reduzir a atividade dos animais, no entanto, os resultados não foram favoráveis (Peeters *et al.*, 2006).

Os bovinos apresentam um elevado poder tampão plasmático (Kivikari, 1996; Puolanne & Kivikari, 2000). No entanto, não é consensual o efeito do transporte na depleção de eletrólitos, enquanto Parker, Hamlin, Coleman & Fitzpatrick (2003), após sujeitarem animais *Bos indicus* a 60 horas de privação de água e comida, seguidas de 48 horas de transporte não identificaram alterações nas concentrações de eletrólitos; já Schaefer, Jones, Tong & Young (1990) descrevem valores anormais nas concentrações de cloro, potássio, cálcio e magnésio após 6 horas de transporte e após 24 horas de permanência na abegoaria em jejum. Apesar de não existir acordo quanto à necessidade de suplementação em eletrólitos (Hutcheson, 1988; Schaefer, Jones & Stanley, 1997; Schaefer *et al.*, 2001), na generalidade os autores aconselham a disponibilização de água de boa palatabilidade em dispositivos com que os animais estejam familiarizados momentos antes da viagem (Chang & Mowat, 1992; Jeremiah, Schaefer & Gibson, 1992; Parker *et al.*, 2003).

O melhoramento genético dos animais, em que são selecionados de acordo com as características temperamentais pode trazer vantagens tanto para o Homem, como para o próprio bem-estar dos animais. Desta forma as tarefas de manuseamento ficam facilitadas, reduzindo a probabilidade de ambos se ferirem (Ferguson & Warner, 2008). Curley, Paschal, Welsh e Randel (2006) demonstraram que o temperamento está correlacionado com a concentração de cortisol plasmático e King *et al.* (2006) referem que animais mais excitáveis apresentam um valor de pH da carne superior. Contudo, esta última associação não foi conseguida em animais *Bos indicus* (Fordyce, Wythes, Shorthose, Underwood & Shepherd, 1988; Petherick, Holroyd, Doogan & Venus, 2002)

A dieta tem sido outra forma de combater os efeitos do *stress* na qualidade da carne. Assim, com o aumento da quantidade de energia da alimentação (2,1 MJ por Kg matéria seca) nas últimas duas semanas do acabamento, aumenta a deposição de glicogénio muscular, conseguindo-se uma proteção de 0,65 unidades de pH para um transporte de 5 horas (Immonen & Puolanne, 2000; Immonen, Ruusunen, Hissa, Kauffman, 2000a; Immonen, Schaefer, Poulanne, Kauffman, Nordhein, 2000b).

2.12. Aceitação dos consumidores

Em 2005, numa União Europeia a 25, Portugal foi o país onde a população tinha menos contacto com explorações pecuárias, apenas 29% visitou pelo menos uma vez este tipo de instalações e só 11% o fez mais de 3 vezes. Uma vez que o número de visitas parece aumentar em função da preocupação com o bem-estar animal e disponibilidade para pagar mais por ele, Portugal surge em último lugar nesta avaliação liderada pela Dinamarca, onde 93% da população visitou uma exploração sendo que 78% o fez mais de 3 vezes. Por outro lado os portugueses surgem em 4º lugar no “ranking” dos vegetarianos, com 8% da população a não comprar carne (Eurobarometer, 2005).

Um estudo realizado em Portugal demonstrou que as preocupações dos consumidores no momento da compra quanto ao bem-estar animal prendem-se principalmente com o transporte e o abate. O mesmo estudo demonstra pouca consensualidade na vontade de comprar carne com garantia de bem-estar, sendo que alguns inquiridos defenderam que esta responsabilidade não deveria pertencer ao consumidor, mas sim ao Estado (Viegas, Vieira, Stilwell, Santos & Fontes, 2011).

3. Material e Métodos

3.1. Caracterização da amostra

Foram recolhidos os dados relativos ao transporte de 553 animais, desde a exploração de origem até 3 matadouros diferentes, das quais 365 para a unidade de abate e transformação de carnes STEC no Montijo, 149 para o Matadouro Regional do Ribatejo Norte SA Ribacarne em Tomar e 39 para o Matadouro Linda Rosa em Barcelos. Os matadouros foram aleatoriamente numerados de 1 a 3. Os dados foram recolhidos de abates que ocorreram no Outono de 2012, mais propriamente entre o dia 11 outubro e 17 de dezembro. A idade dos animais ao abate foi de 8 meses, uma vez que a vitela é o produto comercial com maior relevância para a cadeia de distribuição que vendeu posteriormente a sua carne. Fizeram parte deste estudo 335 animais cruzados de raças de carne (CC), sendo a linha mãe composta por animais de raça Alentejana e Mertolenga ou mesmo já animais cruzados e a linha pai por animais de raças exóticas (*Charolais* e *Limousine*). O desmame destes animais ocorreu entre os 4 e os 6 meses de idade, dependendo esta data de fatores como a disponibilidade de forragem e condição corporal da mãe. Também foram utilizados 218 animais de aptidão leiteira, mais propriamente da raça Holstein-Frísia (HF). Os animais provieram de 23 explorações, todas localizadas no território nacional continental, à exceção de uma que estava localizada na Comunidade Autónoma Espanhola da Galiza. Estando distribuídas segundo o NUTS III, nas regiões Médio Tejo, Lezíria do Tejo, Alto Alentejo, Alentejo Central e Baixo Alentejo. Aproximadamente 50% dos 553 animais usados no estudo eram provenientes de 3 das explorações, uma exploração dedicada à engorda de animais HF e as restantes duas são explorações de recria de animais CC. Fazem parte da amostra 159 fêmeas e 394 machos, sendo que 335 animais são CC e 218 HF.

3.2. Transporte

Os animais que realizaram o transporte direto, foram transportados no veículo do proprietário dos animais ou contratado pelo mesmo, existindo assim grandes variações nas condições a que os animais foram sujeitos, tanto a nível físico do camião (altura, rampas, camas, disponibilidade de espaço...) como nas características da condução. Neste tipo de transporte não existiu mistura de animais de diferentes explorações já que os animais foram carregados na exploração e levados diretamente para o matadouro. No transporte indireto, foi utilizado um camião Volvo FH13 480 (Figura 12), recorrendo à utilização dos elevadores da caixa e do reboque (Figura 13) o que permite o transporte de 60 vitelas, com uma densidade animal de 0,87 animal/m². Antes da partida era traçada uma rota pelo condutor para carregar os animais, sendo que os primeiros animais a ser recolhidos eram os que faziam mais quilómetros e que estavam sujeitos a mais paragens para carregamento de outros animais. Foi recolhida através de leitura do tacógrafo a

distância percorrida em quilómetros e o tempo viagem, relativamente ao transporte de 431 animais (Figura 14). Foi também registado o número de paragens de 536 animais.

Figuras 12e 13 - Veículo utilizado nos transportes indiretos, com e sem reboque carregando animais. Fotografias originais.



Figura 14 - Tacógrafo analógico com registo de viagem de 365 Km. Fotografia original.



Figuras 15 e 16 - Descarregamento e permanência de vitelas na abegoaria. Fotografias originais.



Figuras 17 e 18 - Local de medição do pH e temperatura no LT (esquerda) e no ST (direita). Fotografias originais.



3.3. Matadouro

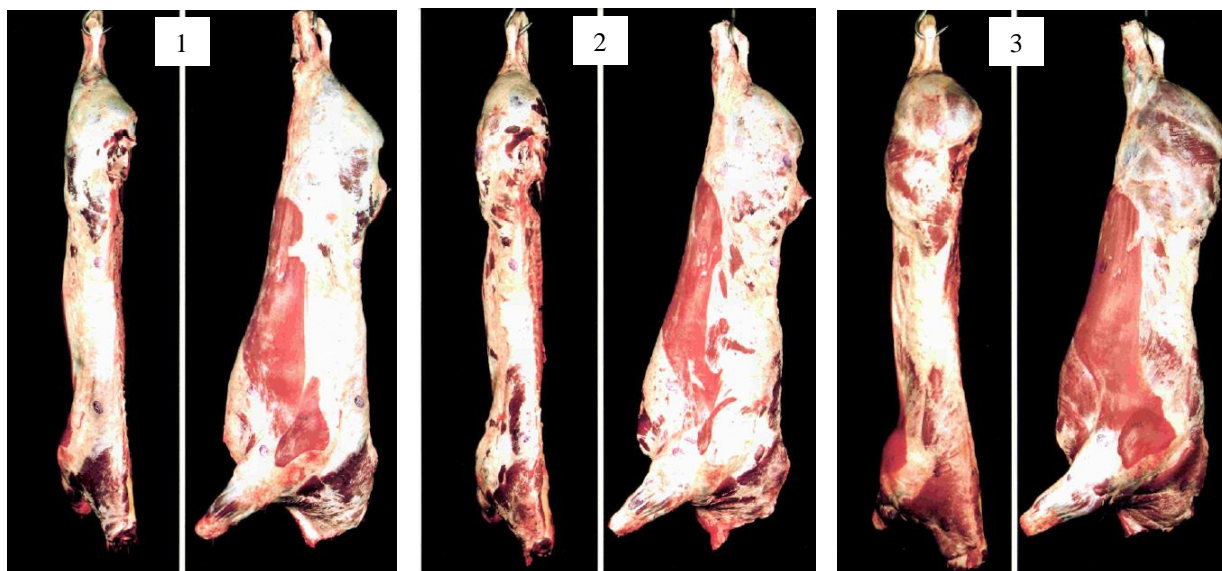
3.3.1. Antes do abate

Todos os animais foram descarregados nos matadouros (Figura 15) e colocados na abegoaria, cujas características variavam bastante entre matadouros (Figura 16). Não ocorreu nenhum abate de emergência. Por imposição dos diferentes corpos de inspeção veterinária os animais tiveram de repousar pelo menos duas horas após a viagem. Assim, foram classificados como abates diretos todos aqueles que ocorreram entre as 2 e as 4 horas após chegada ao matadouro e como abates indiretos aqueles que ocorreram a partir das 12 horas após a chegada dos animais ao matadouro. Foi também registado o tempo que os animais permaneceram na abegoaria, tendo sido considerada para cada animal a sua hora de abate, a média entre o início e o fim do abate do grupo onde este se incluía. A soma do tempo gasto na viagem com o tempo de permanência na abegoaria foi considerada a duração do pré-abate.

3.3.2. Depois do abate

Foi tido em conta tanto o peso líquido como a conformação da carcaça dos animais. Tendo sido esta última classificada através da aplicação de uma escala desenvolvida pela empresa de distribuição da carne, correspondendo os número 1, 2 e 3 às classes U, R e O, respetivamente, da classificação (S)EUROP de bovinos adultos do Regulamento nº 1183/2006 (Figura 19).

Figura 19- Escala de conformação das carcaças. Adaptado de Regulamento nº 1183/2006.



Para a medição do pH usou-se um potenciómetro com elétrodos de membrana de vidro com sensibilidade aos iões de hidrogénio (marca Testo, modelo 205, exatidão de $\pm 0,02$ pH e resolução 0,01 pH). Mediu-se o pH de todas as carcaças 24 horas *post mortem*, para o que se inseriu a sonda

do potenciômetro em cerca de 2 cm nos músculos *longissimus thoracis* (LT; Figura 17) e *semitendinosus* (ST; Figura 18). Antes de cada utilização calibrou-se o aparelho com as soluções tampão de pH 4,01 e 7,00, devidamente certificadas pelo DAkkS, à temperatura de 0-2°C. Os valores de pH foram agrupados para cada um dos músculos em $\text{pH} < 5,8$ ou $\text{pH} \geq 5,8$, baseando-se na desvalorização que é feita nos mercados que negociam carnes e em $\text{pH} < 6,0$ ou $\text{pH} \geq 6,0$ tendo em consideração as alterações na qualidade da carne e na sua capacidade de conservação. O mesmo aparelho possui também uma sonda que permite a medição da temperatura (exatidão de $\pm 0,4$ °C e resolução 0,1 °C). Registou-se o valor da temperatura no LT e no ST de 5 animais por cada lote de animais mantidos nas mesmas condições. O interesse na recolha desta última variável surgiu quando o estudo já estava a decorrer, de modo a que apenas foram registadas temperaturas de 303 carcaças. O aparelho Testo 205 faz a compensação automática da temperatura de medição no valor de pH.

3.4. Tratamento estatístico

Os dados foram compilados numa folha de Microsoft Excel 2013® e, posteriormente, tratados através do programa estatístico *R 3.0.1* utilizando o RCommander® versão 1.9 para o Windows®.

Foi feita a análise estatística descritiva (média, mediana, quartis, variância, desvio padrão) de algumas das variáveis em estudo (pH, peso líquido da carcaça, distância percorrida, duração da viagem, tempo de permanência na abegoaria, duração do pré-abate e temperatura do músculo). De seguida, efetuou-se a análise da normalidade através do teste Shapiro-Wilk. Uma vez que nenhuma variável apresentou distribuição normal, utilizou-se o teste não paramétrico Kruskal-Wallis para analisar as variáveis (peso líquido de carcaça e pH) de forma contínua, assumindo-se um intervalo de confiança de 95%.

O teste exato de Fisher foi utilizado para analisar a influência das diferentes variáveis qualitativas (género, raça, conformação, matadouro, forma de transporte, número de paragens e abate) na proporção de animais com valores de $\text{pH} < 5,8$ ou $\text{pH} \geq 5,8$ e $\text{pH} < 6,0$ ou $\text{pH} \geq 6,0$. As variáveis contínuas foram agrupadas de forma a compreender os intervalos com maior resposta no pH 24 horas *post mortem*, tendo sido também utilizadas nestes casos o mesmo tipo de teste na tabela de contingência. O nível de significância adotado foi de 5% ($P < 0,05$).

4. Resultados

4.1. pH

Neste trabalho foram realizadas 1106 medições de pH, correspondendo a 553 animais, uma vez que em cada carcaça foi medido no LT no ST.

Os valores de pH medidos no LT foram superiores aos medidos no ST em todos os quartis e média, embora apresentassem valores máximos de pH similares (Tabela 5; Figura 20). A percentagem de carcaças com valores de pH $\geq 5,8$ foi mais elevada nas medições efetuadas no LT (31%) em relação às realizadas no ST (23%). O mesmo se verificou em carcaças com pH $\geq 6,0$, cuja percentagem foi maior para as medições efetuadas no LT (13%) do que para as efetuadas no ST (9%) (Tabela 6).

Tabela 5 - Análise estatística descritiva dos valores de pH no LT e no ST.

	pH	
	LT	ST
Mínimo	4,70	4,65
1º Quadrante	5,57	5,51
Mediana	5,70	5,65
Média	5,72	5,67
3º Quadrante	5,85	5,78
Máximo	6,33	6,33
Desvio padrão	0,241	0,224

Figura 20- Representação da distribuição dos valores de pH no LT e no ST.

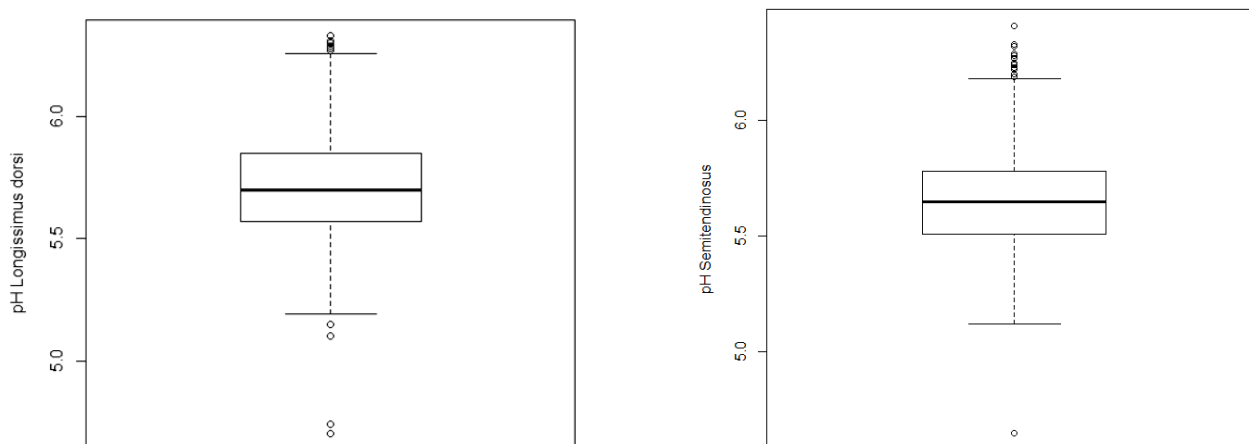


Tabela 6 - Frequência absoluta e relativa de animais com valores de pH medidos LT e no ST.

pH	LT		ST		<i>P</i>
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	
<5,8	383	69%	427	77%	<0,05
≥5,8	170	31%	126	23%	
<6,0	482	87%	504	91%	<0,05
≥6,0	71	13%	49	9%	

4.2. Género

No músculo LT, os indivíduos do sexo masculino apresentaram frequências de pH ≥5,8 ($P < 0,005$) e de pH ≥6,0 ($P < 0,001$) significativamente superiores às observadas no sexo feminino (Tabela 7). No músculo ST, foi encontrada uma relação semelhante, tendo também os machos apresentado maiores frequências de pH ≥5,8 ($P < 0,001$) e de pH ≥6,0 ($P < 0,005$) do que as fêmeas (Tabela 8).

Tabela 7 - Frequência de animais dos diferentes géneros com valores de pH medidos no LT.

Género	LT										Total animais
	pH <5,8		pH ≥5,8		P	pH <6,0		pH ≥6,0		P	
	n	%	n	%		n	%	n	%		
Macho	254	64%	140	36%	<0,005	331	84%	63	16%	<0,001	394
Fêmea	122	77%	37	23%		151	95%	8	5%		159

Tabela 8 - Frequência de animais dos diferentes géneros com valores de pH medidos no ST.

Género	ST										
	pH <5,8		pH ≥5,8		P	pH <6,0		pH ≥6,0		P	Total animais
	n	%	n	%		n	%	n	%		
Macho	279	71%	115	29%	<0,001	350	89%	44	11%	<0,005	394
Fêmea	144	91%	15	9%		153	96%	6	4%		159

Observou-se uma diferença significativa ($P < 0,001$) no número de animais dos dois sexos, com os animais do sexo masculino a representarem 71,3% do total de animais usados no estudo. Tal disparidade ficou-se a dever ao facto da variável raça ter feito parte do desenho experimental. Dos 218 animais de raça leiteira, foram abatidas apenas 4 fêmeas. Na produção leiteira, estas são bastante mais valorizadas que os machos, pois podem ser usadas para substituir fêmeas refugadas, aumentar o efetivo leiteiro ou serem vendidas como reprodutoras. Foi também verificada uma variação significativa do peso de carcaça em função do género ($P < 0,001$; Tabela 9). As fêmeas apresentaram menores medianas nos pesos.

Tabela 9 - Influência do gênero no peso líquido de carcaça.

Gênero	Peso líquido carcaça (Kg)		
	Média	Mediana	<i>P</i>
Macho	126,42	136,61	<0,001
Fêmea	131,13	126,42	

4.3. Raça

A amostra foi composta por 335 vitelas cruzadas de raças de carne (CC) e 218 vitelas de raça Holstein-Frisia (HF). O gênero variou de forma significativa ($P < 0,001$) com a raça, representando o sexo masculino 54% nas CC e 98% nas HF (Tabela 10).

Tabela 10 - Distribuição dos animais por raça e gênero.

Raça	<i>n</i>	%	Gênero	<i>n</i>	%	<i>P</i>
CC	335	61%	Macho	180	54%	<0,001
			Fêmea	155	46%	
HF	218	39%	Macho	214	98%	
			Fêmea	4	2%	

No LT não se observaram diferenças significativas na frequência de animais das diferentes raças que apresentaram valores de $\text{pH} \geq 5,8$ ($P > 0,05$) e $\text{pH} \geq 6,0$ ($P > 0,05$; Tabela 11). O mesmo não se verificou no ST, tendo sido a frequência de $\text{pH} \geq 5,8$ nos animais HF (32%) significativamente superior ($P < 0,001$) ao dos animais CC (18%). Em relação à frequência de $\text{pH} \geq 6,0$ verificou-se que nos animais HF (14%) era significativamente superior ($P < 0,001$) ao dos animais CC (6%) (Tabela 12).

Tabela 11 - Frequência de animais das diferentes raças com valores de pH medidos no LT.

Raça	LT										
	pH <5,8		pH ≥5,8		P	pH <6,0		pH ≥6,0		P	Total animais
	n	%	n	%		n	%	n	%		
CC	234	70%	101	30%	0,19	299	89%	36	11%	=0,07	335
HF	142	65%	76	35%		183	84%	35	16%		218

Tabela 12 - Frequência de animais das diferentes raças com valores de pH medidos no ST.

Raça	ST										Total animais
	pH <5,8		pH ≥5,8		P	pH <6,0		pH ≥6,0		P	
	n	%	n	%		n	%	n	%		
CC	275	82%	60	18%	<0,001	316	94%	19	6%	<0,001	335
HF	148	68%	70	32%		187	86%	31	14%		218

Por outro lado, estão a ser comparados animais de ambos os sexos e raças, com condições pré-abate bastante díspares. Quando se remove da análise tanto a variável género como a variável transporte e se analisam apenas os machos que realizaram transportes diretos, os animais HF apresentaram frequências de pH ≥5,8 e de pH ≥6,0 significativamente superiores aos animais CC ($P < 0,001$; Tabela 13 e 14). Tanto para medições efectuadas tanto no LT como no ST.

Tabela 13 - Frequência de animais machos (♂) das diferentes raças, que realizaram transporte direto para o matadouro (D), com valores de pH medidos no LT.

Raça	LT										Total animais
	pH <5,8		pH ≥5,8		P	pH <6,0		pH ≥6,0		P	
	n	%	n	%		n	%	n	%		
CC ♂ D	83	78%	24	22%	<0,001	99	93%	8	7%	<0,001	107
HF ♂ D	123	67%	60	33%		159	87%	24	13%		183

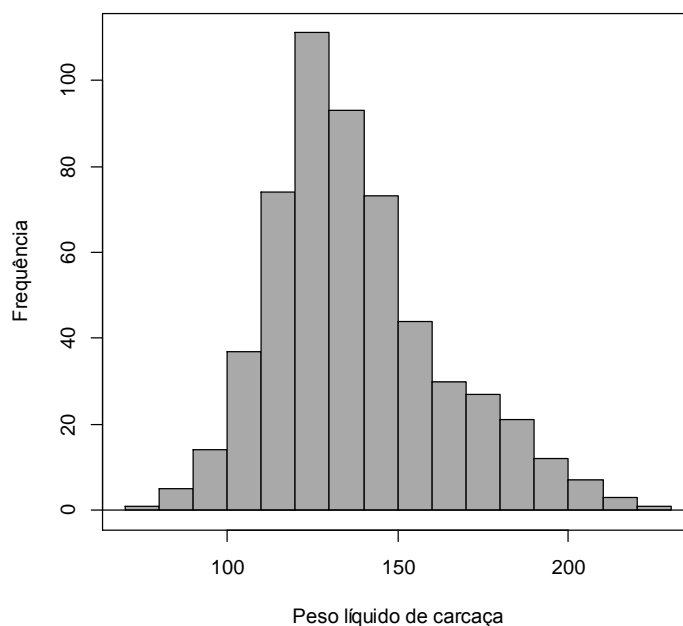
Tabela 14 - Frequência de animais machos (♂) das diferentes raças que realizaram transporte direto para o matadouro (D) com valores de pH medidos no ST.

Raça	ST										Total animais
	pH <5,8		pH ≥5,8		P	pH <6,0		pH ≥6,0		P	
	n	%	n	%		n	%	n	%		
CC ♂ D	89	83%	18	17%	<0,001	102	95%	5	5%	<0,001	107
HF ♂ D	129	70%	54	30%		164	90%	19	10%		183

4.5. Peso líquido de carcaça

As 553 carcaças apresentaram em termos médios $138,19 \pm 25,28$ Kg (média \pm desvio padrão), sendo que a carcaça mais leve pesou 79,77 Kg e a mais pesada 221,9 Kg. Os pesos dos animais não apresentaram uma distribuição normal (teste Shapiro-Wilk $W = 0.9658$, $P < 0,001$; Figura 21).

Figura 21 - Histograma da distribuição dos pesos das carcaças.



O peso líquido de carcaça dos machos foi em média 10,2 Kg superior ao das fêmeas ($P < 0,001$; Tabela 9). Os animais CC apresentaram um peso líquido médio de 137,2 Kg (Tabela 15), com os machos a pesarem em média 142,07 Kg (Tabela 16) e as fêmeas 131,51 Kg (Tabela 17), o que teve significado estatístico ($P < 0,001$). No entanto, a diferença entre géneros foi bastante superior ($P < 0,05$) no caso dos animais HF, enquanto o peso líquido médio de carcaça dos machos foi 140,18 Kg (Tabela 18) as carcaças das fêmeas pesaram 116,67 Kg (Tabela 18), acabando a média da raça por ser 139,75 Kg (Tabela 15). Esta diferença entre os pesos médios das raças deve-se sobretudo ao fator género, pois apesar de tanto machos como fêmeas HF possuírem carcaças mais leves, o peso médio da raça foi superior. O fator género fez-se notar na análise desta variável devido ao já referido, desequilíbrio entre machos e fêmeas. Do presente estudo fizeram parte 4 (1,8 %) fêmeas HF e 155 (46,3%) fêmeas de CC.

Tabela 15 - Distribuição dos pesos médios de carcaça por raça.

Raça	<i>n</i>	Peso médio (Kg)	Mediana (Kg)	<i>P</i>
CC	335	137,2	135,24	0,288
HF	218	139,3	133,35	

Tabela 16 - Distribuição dos pesos médios de carcaça dos machos (♂) por raça.

Raça	<i>n</i>	Peso médio (Kg)	Mediana (Kg)	<i>P</i>
CC♂	180	142,1	140,7	0,242
HF♂	214	140,2	133,6	

Tabela 17 - Distribuições dos pesos médios de carcaça de animais CC segundo os gêneros.

Gênero	<i>n</i>	%	Peso médio (Kg)	Mediana (Kg)	<i>P</i>
CC♂	180	54%	142,1	140,7	<0,001
CC♀	155	46%	131,5	127,1	

Tabela 18 - Distribuição dos pesos médios de carcaça de animais HF segundo os gêneros.

Gênero	<i>n</i>	%	Peso médio (Kg)	Mediana (Kg)	<i>P</i>
HF♂	214	98%	140,2	133,6	<0,05
HF♀	4	2%	116,7	116,4	

O efeito do peso líquido das carcaças não apresentou significado estatístico ($P > 0,05$) na frequência de carcaças com pH < ou $\geq 5,8$ como com pH < ou $\geq 6,0$ medidos tanto no LT (Tabela 19) como no ST (Tabela 20). Porém, outras variáveis parecem influenciar os resultados, optando-se por selecionar animais da amostra com idênticas condições pré-abate. Se machos CC e HF forem analisados em simultâneo, todos de transporte direto, estudando o pH como uma variável contínua, não se obtêm diferenças significativas tanto no LT ($P = 0,512$; Tabela 21) como no ST ($P = 0,480$; Tabela 22). Mas se forem analisados separadamente machos CC e HF, o efeito do peso líquido no pH torna-se significativo no LT ($P < 0,05$; Tabela 21), o que não se verificou para o valor de pH no ST ($P > 0,05$; Tabela 22).

Tabela 19 - Frequência de carcaças de diferentes pesos com valores de pH medidos no LT.

Peso líquido carcaça	LT										
	pH <5,8		pH ≥5,8		P	pH <6,0		pH ≥6,0		P	Total animais
	n	%	n	%		n	%	n	%		
<110	34	60%	23	40%	0,323	46	81%	11	19%	0,637	57
110 ≤x< 130	130	70%	55	30%		162	88%	23	12%		185
130 ≤x< 150	112	68%	53	32%		146	88%	19	12%		165
150 ≤x< 170	48	64%	27	36%		65	87%	10	13%		75
≥170	52	73%	19	27%		63	89%	8	11%		71

Tabela 20 - Frequência de carcaças de diferentes pesos com valores de pH medidos no ST.

Peso líquido carcaça	ST										
	pH <5,8		pH ≥5,8		P	pH <6,0		pH ≥6,0		P	Total animais
	n	%	n	%		n	%	n	%		
<110	44	77%	13	23%	0,814	50	88%	7	12%	0,637	57
110 ≤x< 130	144	78%	41	22%		170	92%	15	8%		185
130 ≤x< 150	127	77%	38	23%		153	93%	12	7%		165
150 ≤x< 170	57	76%	18	24%		68	91%	7	9%		75
≥170	51	71%	20	28%		62	87%	9	13%		71

Tabela 21 - Medianas de valores de pH no LT em machos (♂) CC, machos (♂) CC de transporte direto (D) e machos (♂) HF de transporte direto (D) segundo o peso líquidos de carcaça.

Peso líquido carcaça	LT		
	CC + HF ♂ D	CC ♂ D	HF ♂ D
	Mediana pH	Mediana pH	Mediana pH
<110	5,65	5,76	5,81
110 ≤x< 130	5,82	5,69	5,71
130 ≤x< 150	5,71	5,67	5,68
150 ≤x< 170	5,68	5,65	5,83
≥170	5,58	5,45	5,76
P	0,512	<0,05	<0,05

Tabela 22 - Medianas de valores de pH no ST em machos (♂) CC, machos (♂) CC de transporte direto (D) e machos (♂) HF de transporte direto (D) segundo o peso líquidos de carcaça.

Peso líquido carcaça	ST		
	CC + HF ♂	CC ♂ D	HF ♂ D
	Mediana pH	Mediana pH	Mediana pH
<110	5,65	5,76	5,73
110 ≤x< 130	5,64	5,51	5,67
130 ≤x< 150	5,60	5,55	5,67
150 ≤x< 170	5,59	5,54	5,67
≥170	5,56	5,53	5,74
P	0,480	0,142	0,169

Foi também encontrada uma variação estatisticamente significativa ($P < 0,001$) entre o peso líquido da carcaça e a conformação, com os animais mais pesados a apresentaram melhor conformação (Tabela 23).

Tabela 23 - Frequência da conformação de carcaças em cada intervalo de peso líquido.

Peso líquido carcaça	Conformação							<i>P</i>
	1		2		3		Total animais	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%		
<110	55	96%	2	4%	0	0	57	<0,001
110 ≤x< 130	178	96%	7	4%	0	0	185	
130 ≤x< 150	48	29%	117	71%	0	0	165	
150 ≤x< 170	1	1%	74	99%	0	0	75	
≥170	0	0%	71	100%	0	0	71	

4.6. Conformação

Não foi encontrada relação estatisticamente significativa ($P > 0,05$) entre a conformação das carcaças e a raça, se considerarmos a totalidade dos animais (Tabela 24). Contudo, se considerarmos somente os machos, verificou-se que os animais CC apresentaram uma conformação significativamente superior ($P < 0,001$) aos HF (Tabela 25).

Tabela 24 - Frequência de conformação de carcaça em cada raça.

Raça	Conformação						Total animais	P
	1		2		3			
	n	%	n	%	n	%		
HF	160	48%	175	52%	0	0	335	0,060
CC	123	56%	96	44%	0	0	219	

Tabela 25 - Frequência de conformação de carcaça de machos (♂) em cada raça.

Raça	Conformação						Total animais	P
	1		2		3			
	n	%	n	%	n	%		
HF ♂	118	55%	96	45%	0	0	214	<0,001
CC ♂	68	38%	112	62%	0	0	180	

A conformação das carcaças analisadas neste estudo não influenciou significativamente os valores do pH no LT (Tabela 26), tanto no limite de 5,8 ($P > 0,05$) como no limite de 6,0 ($P > 0,05$). No ST (Tabela 27) verificou-se a mesma situação ($P > 0,05$) tanto no limite de 5,8 como de 6,0 (Tabela 27). O mesmo acontece considerando só machos ($P > 0,05$) nos limites de pH 5,8 e 6,0 em ambos os músculos LT (Tabela 28) e ST (Tabela 29).

Tabela 26 - Frequência de carcaças nos intervalos limitados pelos valores de pH de 5,8 e 6,0 no LT segundo a conformação.

Conformação	LT										
	pH <5,8		pH ≥5,8		P	pH <6,0		pH ≥6,0		P	Total animais
	n	%	n	%		n	%	n	%		
1	194	69%	88	31%	0,646	241	85%	41	15%	0,253	282
2	182	67%	89	33%		241	89%	30	11%		271
3	0		0			0		0			0

Tabela 27 - Frequência de carcaças nos intervalos limitados pelos valores de pH de 5,8 e 6,0 no ST segundo a conformação.

Conformação	ST										
	pH <5,8		pH ≥5,8		P	pH <6,0		pH ≥6,0		P	Total animais
	n	%	n	%		n	%	n	%		
1	217	77%	65	23%	0,686	259	92%	23	8%	0,654	282
2	206	76%	65	24%		244	90%	27	10%		271
3	0		0			0		0			0

Tabela 28 - Frequência de carcaças de machos (♂) nos intervalos limitados pelos valores de pH de 5,8 e 6,0 no LT segundo a conformação.

Conformação	LT										
	pH <5,8		pH ≥5,8		P	pH <6,0		pH ≥6,0		P	Total animais
	n	%	n	%		n	%	n	%		
1♂	124	67%	62	33%	0,397	153	82%	33	18%	0,410	186
2♂	130	63%	78	38%		178	86%	30	14%		208
3♂	0		0			0		0			0

Tabela 29 - Frequência de carcaças de machos (♂) nos intervalos limitados pelos valores de pH de 5,8 e 6,0 no ST segundo a conformação.

Conformação	ST										
	pH <5,8		pH ≥5,8		P	pH <6,0		pH ≥6,0		P	Total animais
	n	%	n	%		n	%	n	%		
1♂	131	70%	55	30%	1	168	90%	18	10%	0,519	186
2♂	148	71%	60	29%		182	88%	26	13%		208
3♂	0		0			0		0			0

4.7. Matadouro

O local onde os animais foram abatidos parece ter influenciado significativamente os valores de pH finais, tanto no limite de 5,8 ($P < 0,01$) como no 6,0 ($P < 0,05$) no LT (Tabela 30). O mesmo verificou-se no intervalo limitado por 5,8 ($P < 0,01$) e no intervalo limitado por 6,0 ($P < 0,01$) no ST (Tabela 31). Os animais abatidos no matadouro 1 foram os que apresentaram maior número de carcaças com $\text{pH} \geq 5,8$ e $\text{pH} \geq 6,0$ em ambos os músculos, tendo sido o matadouro 3 aquele em que foram menos frequentes as carcaças com valores de pH naqueles intervalos.

Tabela 30 - Frequência de carcaças de animais abatidos nos diferentes matadouros nos intervalos de pH no LT.

Matadouro	LT									
	pH <5,8		pH \geq 5,8		P	pH <6,0		pH \geq 6,0		P
	n	%	n	%		n	%	n	%	
1	18	46%	21	54%	<0,01	29	74%	10	26%	<0,05
2	108	72%	41	28%		134	90%	15	10%	
3	250	68%	115	32%		319	87%	46	13%	
										Total animais
										39
										149
										365

Tabela 31 - Frequência de carcaças abatidos nos diferentes matadouros nos intervalos de pH no ST.

Matadouro	ST									
	pH <5,8		pH \geq 5,8		P	pH <6,0		pH \geq 6,0		P
	n	%	n	%		n	%	n	%	
1	24	62%	15	38%	<0,01	30	77%	9	23%	<0,01
2	107	72%	42	28%		136	91%	13	9%	
3	292	80%	73	20%		337	92%	28	8%	
										Total animais
										39
										149
										365

Os matadouros 1 e 2 abateram predominantemente animais HF, 100,00% e 99,33% respectivamente. No matadouro 3 foram abatidos 91,51% dos animais CC (Tabela 32).

Tabela 32 - Frequência por raças de animais abatidos nos vários matadouros.

Matadouro	Raça				Total animais	P
	CC	%	HF	%		
1	NA	0,00%	39	100,00%	39	<0,001
2	1	0,67%	148	99,33%	149	
3	334	91,51%	31	8,49%	365	

4.8. Forma de transporte (direto/ indireto)

Dos 360 animais animais que fizeram transporte direto, ou seja, que não compartilharam o transporte com animais de outras explorações, 26% apresentaram $\text{pH} \geq 5,8$ e 11% $\text{pH} \geq 6,0$ no LT (tabela 33). Nos 173 animais que realizaram transporte indireto, 42% apresentaram $\text{pH} \geq 5,8$ e 18% $\text{pH} \geq 6,0$ no LT. Neste músculo, a diferença observada entre o transporte direto e indireto, foi estatisticamente significativa nos valores de pH de limite de 5,8 ($P < 0,001$) como para os de 6,0 ($P < 0,01$). Tal significância ($P > 0,05$) não foi conseguida no ST para ambos os intervalos limitados por valores de pH de 5,8 e 6,0 (Tabela 34).

Tabela 33 - Frequência de animais que realizaram diferentes formas de transporte para o matadouro e valores de pH no LT.

Transporte	LT										
	pH <5,8		pH ≥5,8		P	pH <6,0		pH ≥6,0		P	Total animais
	n	%	n	%		n	%	n	%		
Direto	282	74%	98	26%	<0,001	321	89%	39	11%	<0,01	360
Indireto	101	58%	72	42%		141	82%	32	18%		173

Tabela 34 - Frequência de animais que realizaram diferentes formas de transporte para o matadouro e valores de pH no ST.

Transporte	ST										
	pH <5,8		pH ≥5,8		P	pH <6,0		pH ≥6,0		P	Total animais
	n	%	n	%		n	%	n	%		
Direto	299	79%	81	21%	0,230	351	92%	29	8%	0,147	360
Indireto	128	74%	45	26%		153	88%	20	12%		173

Para compreender melhor de que forma o transporte influencia o pH da carcaça, retiraram-se da análise estatística os fatores raça e matadouro, escolhendo apenas animais CC abatidos no matadouro 3. Neste caso, apesar de serem menos animais, os resultados apresentaram significância estatística, para os dois valores limite de pH tanto no LT ($P < 0,001$; Tabela 35) como no ST ($P < 0,05$; Tabela 36).

Tabela 35 - Frequência de animais machos (σ), de raça CC, que realizaram transporte direto (D) e indireto (I) para o matadouro 3 e valores de pH no LT.

Transporte	LT										
	pH <5,8		pH ≥5,8		P	pH <6,0		pH ≥6,0		P	Total animais
	n	%	n	%		n	%	n	%		
CC ♂ 3 D	84	79%	22	21%	<0,001	98	92%	8	8%	<0,001	106
CC ♂ 3 I	32	44%	41	56%		52	71%	21	29%		73

Tabela 36 - Frequência de animais machos (♂), de raça CC, que realizaram transporte direto (D) e indireto (I) para o matadouro 3 e valores de pH no ST.

Transporte	ST										
	pH <5,8		pH ≥5,8		P	pH <6,0		pH ≥6,0		P	Total animais
	n	%	n	%		n	%	n	%		
CC ♂ 3 D	89	84%	17	16%	<0,05	102	96%	4	4%	<0,05	106
CC ♂ 3 I	47	64%	26	36%		64	88%	9	12%		73

4.9. Distância da viagem

Foi recolhida informação sobre a distância percorrida durante o transporte de 430 animais, a distância média foi de 75,7 Km. A viagem mais curta foi de 35 Km, 25% dos animais percorreram até 40 Km, 50 % até 97 km e 75% até 102 Km. A viagem mais longa foi de 165 Km e correspondeu ao transporte de animais HF para o matadouro 1 (Figura 22).

Nas carcaças dos animais que percorreram distâncias maiores foram significativamente mais frequentes os valores de pH ≥5,8 ($P < 0,001$) e pH ≥6,0 ($P < 0,001$), no LT (Tabela 37; Figura 23). Verificou-se situação idêntica para as medições feitas no ST (Tabela 38; Figura 24), tanto para pH ≥5,8 ($P < 0,001$) como para e pH ≥6,0 ($P < 0,005$).

Figura 22 - Histograma da distribuição das distâncias percorridas.

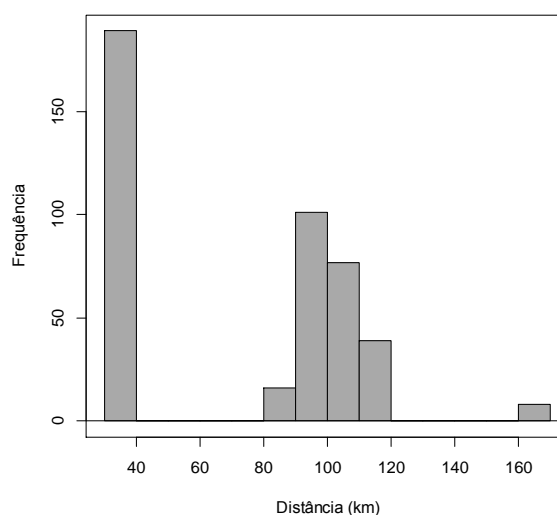


Tabela 37 - Frequência de carcaças com valores de pH no LT para cada intervalo de distância percorrida até ao matadouro.

Distância (Km)	LT										
	pH <5,8		pH ≥5,8		P	pH <6,0		pH ≥6,0		P	Total animais
	n	%	n	%		n	%	n	%		
<80	148	78%	41	22%	<0,001	174	92%	15	8%	<0,001	189
80 ≤x< 100	85	73%	32	27%		104	89%	13	11%		117
100 ≤x< 120	23	30%	54	70%		51	66%	26	34%		77
≥120	34	72%	12	26%		46	98%	1	2%		47
NA	92	75%	31	25%		107	87%	16	13%		123

Figura 23 - Distribuição do pH no LT segundo a distância percorrida até ao matadouro, estando representada a reta de regressão: $\text{pH LT} = 5,649 + 0,0012h$

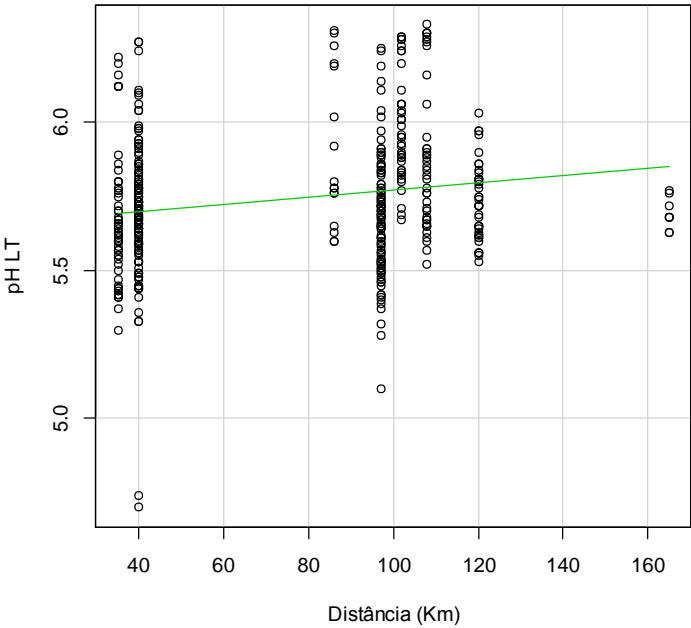
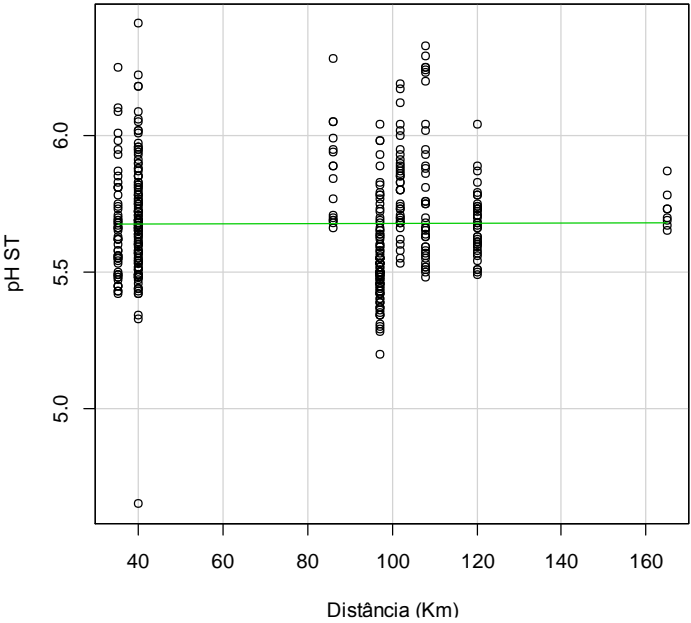


Tabela 38 - Frequência de carcaças com valores de pH no ST para cada intervalo de distância percorrida até ao matadouro.

Distância (Km)	ST										
	pH <5,8		pH ≥5,8		P	pH <6,0		pH ≥6,0		P	Total animais
	n	%	n	%		n	%	n	%		
<80	144	76%	45	24%	<0,001	175	93%	14	7%	<0,005	189
80 ≤x< 100	101	86%	16	14%		113	97%	4	3%		117
100 ≤x< 120	44	57%	33	43%		63	82%	14	18%		77
≥120	42	89%	5	11%		46	98%	1	2%		47
NA	96	78%	27	22%		107	87%	16	13%		123

Figura 24 - Distribuição do pH no ST segundo a distância percorrida para o matadouro, estando representada a reta de regressão: $\text{pH ST} = 5,672 + 0,00005h$



4.10. Duração da viagem

Para além da distância percorrida foi também avaliada a duração do transporte dos animais para o matadouro. O tempo médio de viagem foi de 79 minutos, o transporte mais curto demorou 45 minutos e o mais longo 2 horas e 54 minutos. Para um quarto dos animais o transporte durou até 50 minutos, para metade até 78 minutos e para 75% até 100 minutos (Figura 25).

Os animais que realizaram viagens de maior duração obtiveram frequências de pH $\geq 5,8$ ($P < 0,001$) e de pH $\geq 6,0$ ($P < 0,001$) significativamente superiores no LT (Tabela 39; Figura 26). No entanto, a mesma relação não foi encontrada no ST (Tabela 40; Figura 27) no limite de pH 5,8 ($P > 0,05$) nem de pH 6,0 ($P > 0,05$)

Figura 25 - Histograma da distribuição das durações de viagem.

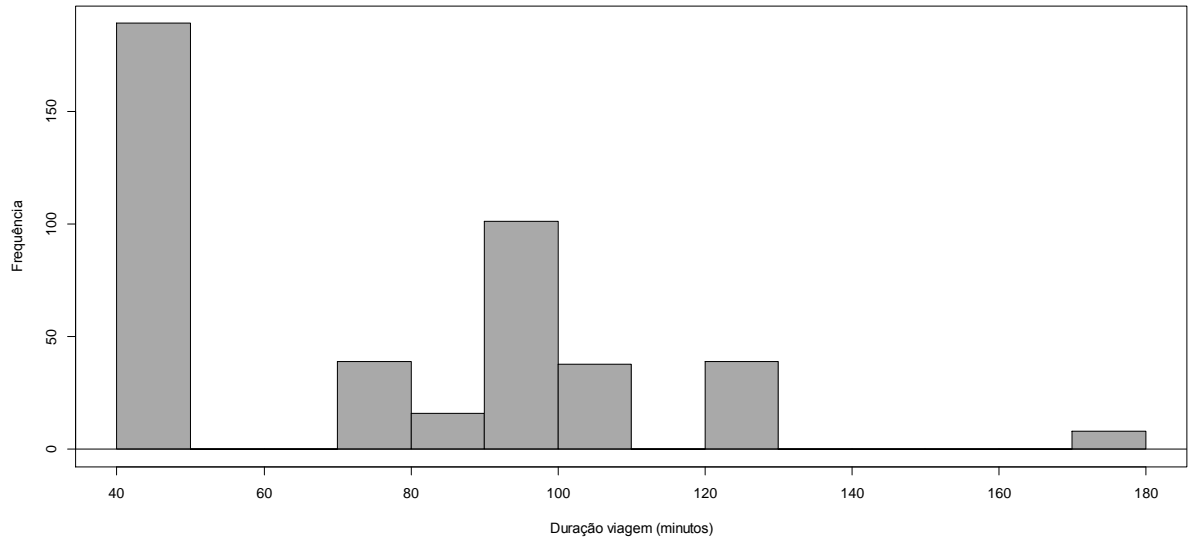


Tabela 39 - Frequência de carcaças com valores de pH no LT para cada intervalo de tempo de viagem.

Tempo viagem (minutos)	LT										
	pH <5,8		pH ≥5,8		P	pH <6,0		pH ≥6,0		P	Total animais
	n	%	n	%		n	%	n	%		
≤75	148	78%	41	22%	<0,001	174	92%	15	8%	<0,001	189
75 < x<130	108	56%	86	44%		155	80%	39	20%		194
≥130	35	74%	12	26%		46	98%	1	2%		47
NA	92	75%	31	25%		107	75%	16	15%		123

Figura 26 - Distribuição do pH no LT segundo a duração de viagem para o matadouro, estando representada a reta de regressão: $\text{pH LT} = 5,662 + 0,001\text{min}$

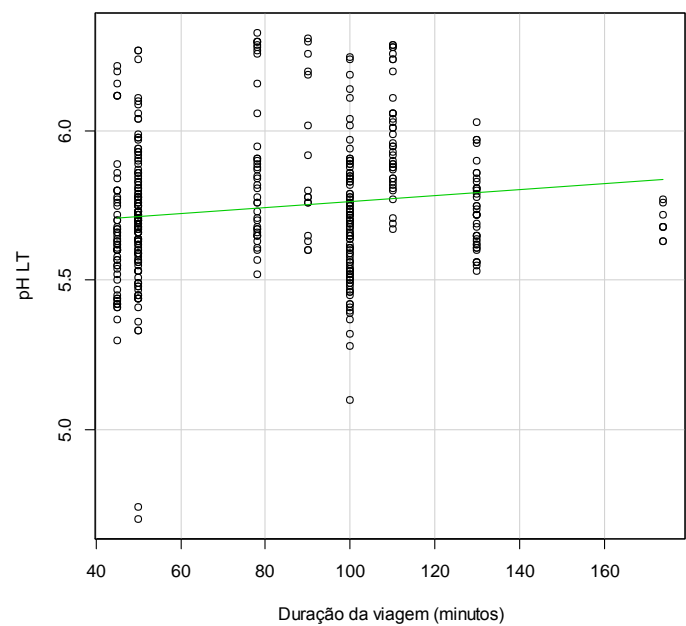
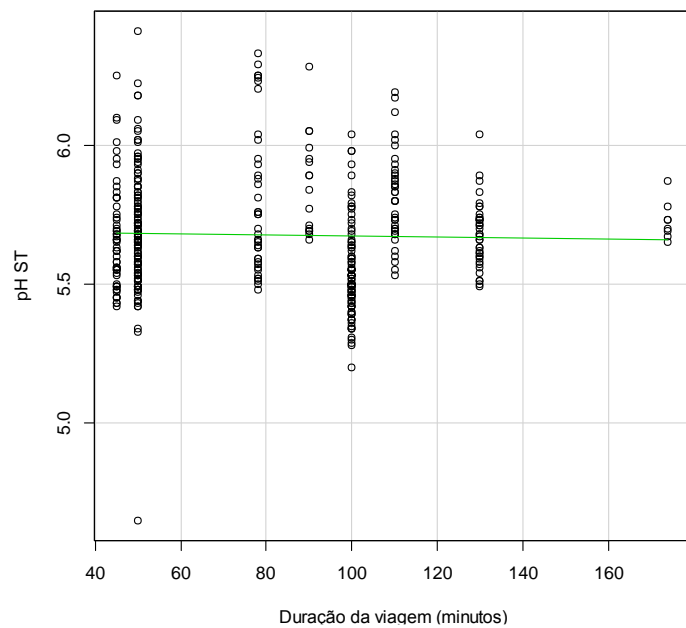


Tabela 40 - Frequência de carcaças com valores de pH no ST para cada intervalo de tempo de viagem.

Tempo viagem (minutos)	ST										
	pH <5,8		pH ≥5,8		P	pH <6,0		pH ≥6,0		P	Total animais
	n	%	n	%		n	%	n	%		
≤75	144	76%	45	24%	0,088	174	92%	15	8%	0,251	189
75 < x<130	145	75%	49	25%		155	80%	39	20%		194
≥130	42	89%	5	11%		46	98%	1	2%		47
NA	96	78%	27	22%		107	75%	16	15%		123

Figura 27 - Distribuição do pH no ST segundo distância de viagem para o matadouro, estando representada a reta de regressão: $\text{pH ST} = 5,692 + 0,0002\text{min}$



Foi encontrada uma correlação entre a distância e o tempo de viagem ($r^2 = 0,896$ e $P < 0,001$).

4.11. Número paragens

Quando o transporte de animais é realizado de forma indireta, fazem-se paragens para carregar novos animais. Para além do transporte direto, em que os animais não se fazem paragens para carregar outros animais, o mesmo acontece com o último carregamento de cada transporte indireto. Os animais que realizaram mais paragens apresentaram frequências significativamente superiores de pH $\geq 5,8$ ($P < 0,001$) e de pH $\geq 6,0$ ($P < 0,001$), tanto no LT (Tabela 41; Figura 28) como no ST (Tabela 42; Figura 29), para pH $\geq 5,8$ ($P < 0,001$) e para pH $\geq 6,0$ ($P < 0,01$).

Tabela 41 - Frequência de carcaças com valores de pH no LT para cada número de paragens realizadas pelo animal na viagem para o matadouro.

Paragens	LT										
	pH <5,8		pH ≥5,8		P	pH <6,0		pH ≥6,0		P	Total animais
	n	%	n	%		n	%	n	%		
0	312	72%	121	28%	<0,001	385	89%	48	11%	<0,001	433
1	27	46%	32	54%		39	66%	20	34%		59
2	27	61%	17	39%		41	93%	3	7%		44
NA	17	100%	0	0%		17	100%	0	0%		17

Figura 28 - Distribuição do pH no LT pelo número de paragens realizadas pelo animal na viagem para o matadouro.

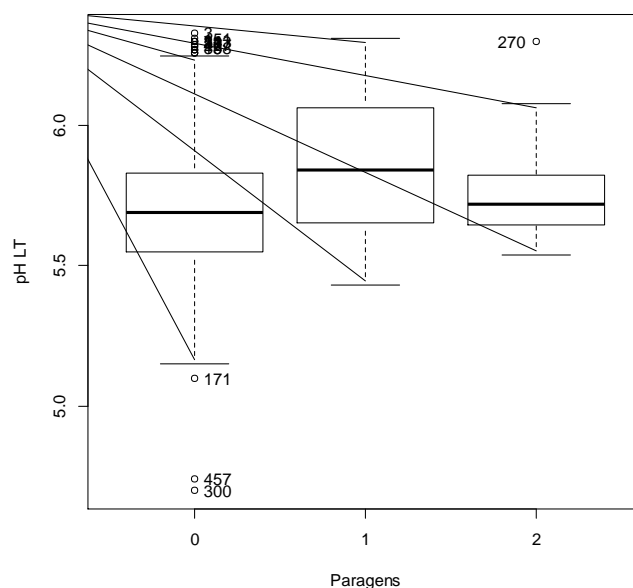
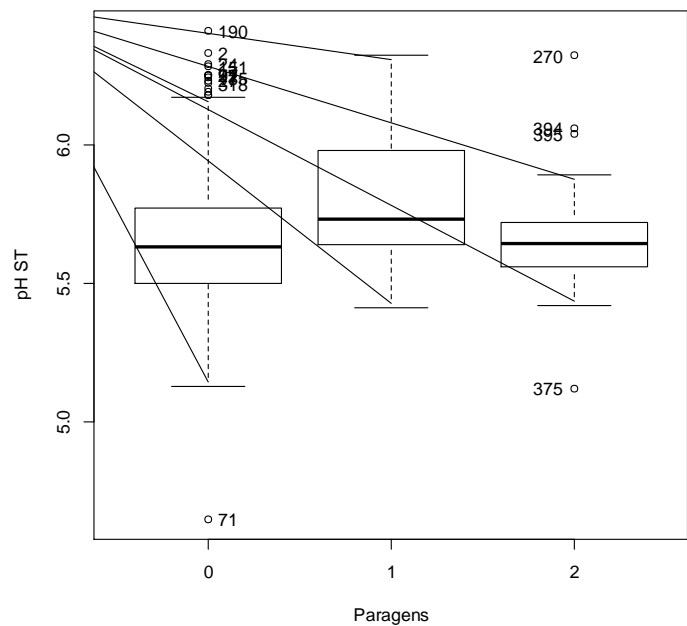


Tabela 42 - Frequência de carcaças com valores de pH no ST para cada número de paragens.

Paragens	ST										
	pH <5,8		pH ≥5,8		P	pH <6,0		pH ≥6,0		P	Total animais
	n	%	n	%		n	%	n	%		
0	339	78%	94	22%	<0,001	401	93%	32	7%	<0,01	433
1	32	54%	27	46%		45	76%	14	24%		59
2	40	91%	4	9%		41	93%	3	7%		44
NA	17	100%	0	0%		17	100%	0	0%		17

Figura 29 - Distribuição do pH no ST pelo número de paragens realizadas pelo animal na viagem para o matadouro.



O número de paragens mantém um efeito estatisticamente significativo na frequência de animais com $\text{pH} \geq 5,8$ ($P < 0,001$) e $\text{pH} \geq 6,0$ ($P < 0,01$) no LT (Tabela 43) e no ST (Tabela 44), com $\text{pH} \geq 5,8$ ($P < 0,001$) e $\text{pH} \geq 6,0$ ($P < 0,05$). Esta análise foi realizada apenas nos animais de transporte indireto, para que todas as vitelas tenham contactado com animais de uma exploração diferente.

Tabela 43 - Frequência de carcaças com valores de pH no LT para cada número de paragens realizadas no transporte indireto.

Paragens	LT										
	pH <5,8		pH ≥5,8		P	pH <6,0		pH ≥6,0		P	Total animais
	n	%	n	%		n	%	n	%		
0	30	57%	23	43%	<0,001	44	83%	9	17%	<0,01	53
1	27	46%	32	54%		39	66%	20	34%		59
2	27	61%	17	39%		41	93%	3	7%		44
NA	8	100%	0	0%		8	100%	0	0%		8

Tabela 44 - Frequência de carcaças com valores de pH no ST para cada número de paragens realizadas no transporte indireto.

Paragens	LT										
	pH <5,8		pH ≥5,8		P	pH <6,0		pH ≥6,0		P	Total animais
	n	%	n	%		n	%	n	%		
0	40	75%	13	25%	<0,001	50	94%	3	6%	<0,05	53
1	32	54%	27	46%		45	76%	14	24%		59
2	40	91%	4	9%		41	93%	3	7%		44
NA	7	87,5%	1	12,5%		8	100%	0	0%		8

4.12. Tipo de abate

O tipo de abate dos animais, se foi direto ou indireto influenciou significativamente as frequências de pH $\geq 5,8$ ($P < 0,05$) como de pH $\geq 6,0$ ($P < 0,001$), tanto no LT (Tabela 45) como no ST (Tabela 46), para pH $\geq 5,8$ ($P < 0,001$) e para pH $\geq 6,0$ ($P < 0,001$). Assim, nas carcaças de animais sujeitos a abate direto, os valores de pH $\geq 5,8$ foram menos frequentes do que nas dos animais sujeitos a abate indireto, essa diferença foi de menos 14% no LT (Tabela 45) e menos 18% no ST (Tabela 46); em relação aos valores de pH $\geq 6,0$ verificou-se a mesma situação, ou seja, a diferença foi de menos 11% no LT (Tabela 46) e de menos 10% no ST (Tabela 46).

Tabela 45 - Frequência de animais sujeitos a diferentes formas de abate com valores de pH no LT.

Abate	LT										Total animais
	pH <5,8		pH ≥5,8		P	pH <6,0		pH ≥6,0		P	
	n	%	n	%		n	%	n	%		
Direto	133	79%	36	21%	<0,05	160	95%	9	5%	<0,001	169
Indireto	250	65%	134	35%		322	84%	62	16%		384

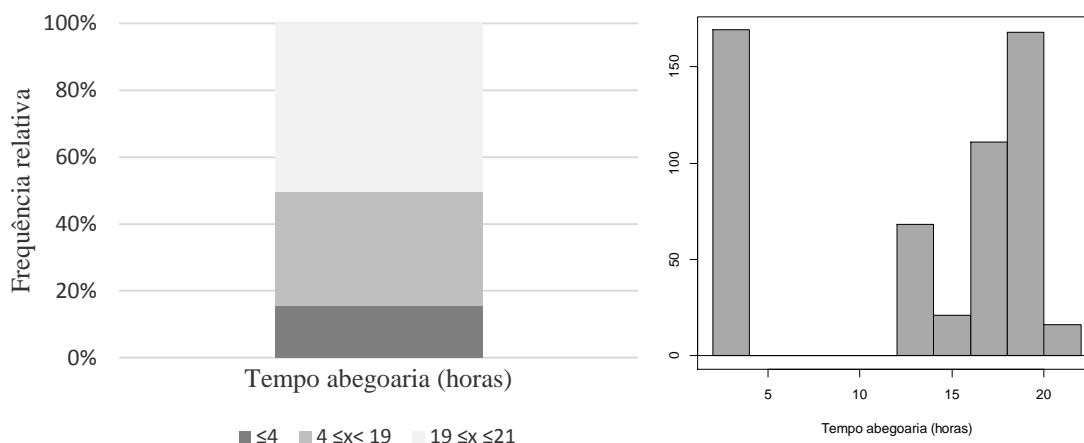
Tabela 46 - Frequência de animais sujeitos a diferentes formas de abate com valores de pH no ST.

Abate	ST										
	pH <5,8		pH ≥5,8		P	pH <6,0		pH ≥6,0		P	Total animais
	n	%	n	%		n	%	n	%		
Direto	152	90%	17	10%	<0,001	165	98%	4	2%	<0,001	169
Indireto	275	72%	109	28%		339	88%	45	12%		384

4.13. Tempo na abegoaria

Os animais em média permaneceram 13 horas e 18 minutos na abegoaria. Os animais sujeitos a abate direto (30,6%) permaneceram neste local um período de tempo que variou entre o mínimo de 2 horas e 30 minutos e o máximo de 4 horas. O máximo de tempo neste local foi de 21 horas (Figuras 30 e 31).

Figura 30 e 31 - Distribuição dos tempos de permanência na abegoaria.



A redução do tempo que os animais permaneceram na abegoaria permitiu a redução do número de carcaças com o $\text{pH} \geq 5,8$ ($P < 0,001$) e $\text{pH} \geq 6,0$ ($P < 0,001$) tanto no LT (Tabela 47; Figura 32) como no ST (Tabela 48; Figura 33).

Tabela 47 - Frequência de carcaças nos intervalos de pH no LT para cada intervalo de tempo na abegoaria.

Tempo abegoaria (horas)	LT										
	pH <5,8		pH ≥5,8		P	pH <6,0		pH ≥6,0		P	Total animais
	n	%	n	%		n	%	n	%		
≤4	133	79%	36	21%	<0,001	160	95%	9	5%	<0,001	169
4 ≤x< 19	155	78%	45	22%		177	89%	23	12%		200
19 ≤x ≤21	89	48%	95	52%		145	79%	39	21%		184

Figura 32 - Distribuição do pH no LT segundo o tempo passado na abegoaria, estando representada a reta regressão: $\text{pH LT} = 5,625 + 0,007\text{horas}$.

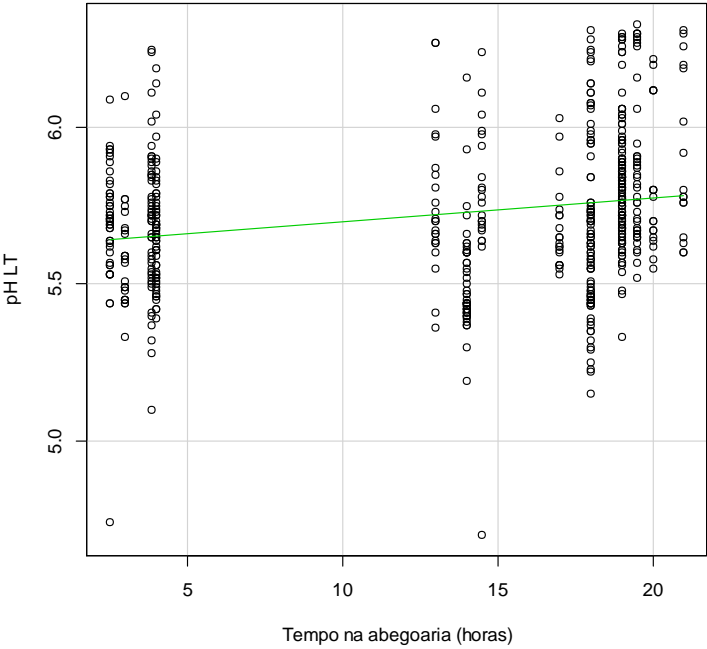
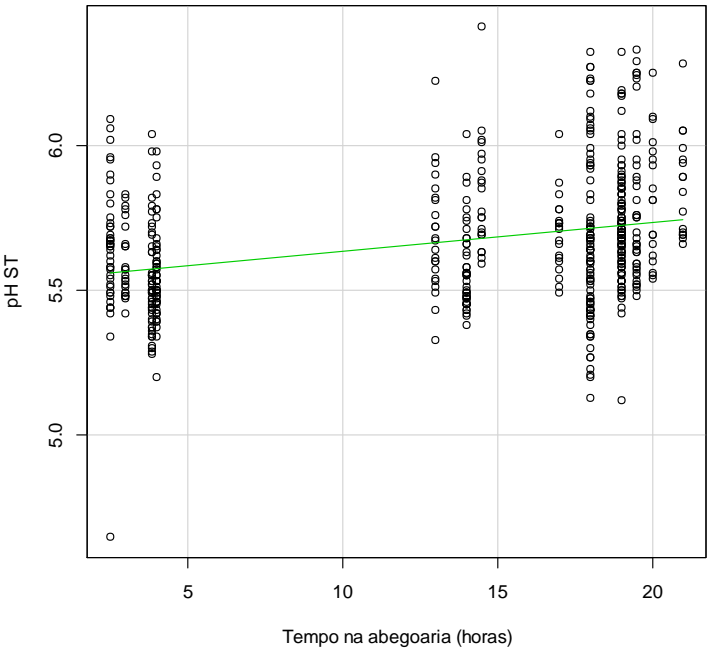


Tabela 48 - Frequência de carcaças com valores de pH no ST para cada intervalo de tempo na abegoaria.

Tempo abegoaria (horas)	ST										
	pH <5,8		pH ≥5,8		P	pH <6,0		pH ≥6,0		P	Total animais
	n	%	n	%		n	%	n	%		
≤4	152	90%	17	10%	<0,001	165	98%	4	2%	<0,001	169
4 ≤x< 19	152	76%	48	24%		179	90%	21	11%		200
19 ≤x ≤21	123	67%	61	33%		160	87%	24	13%		184

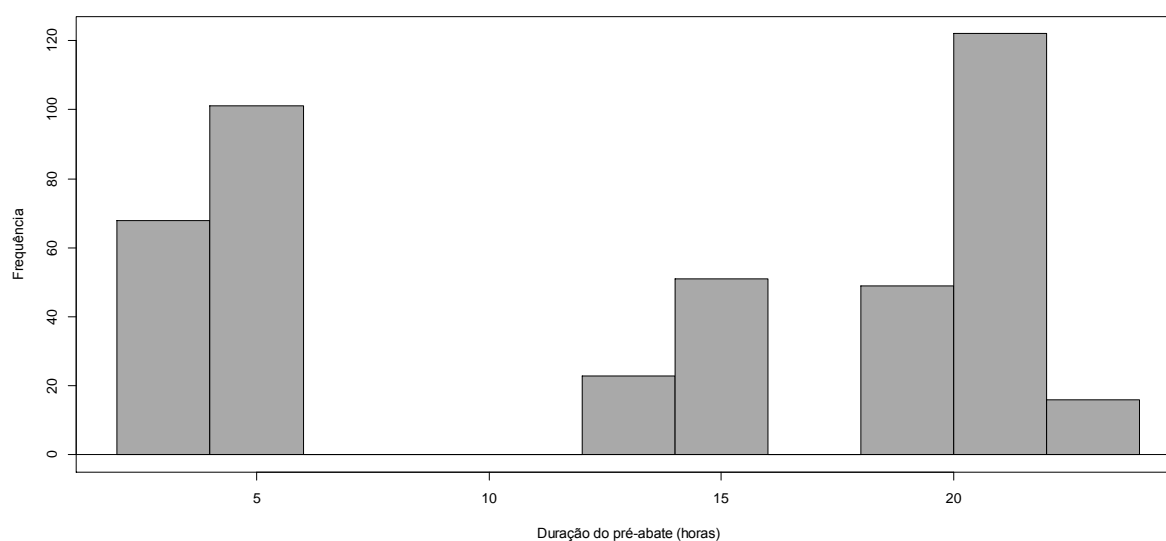
Figura 33 - Distribuição do pH no LT segundo o tempo passado na abegoaria estando representada a reta de repressão: $\text{pH LT} = 5,533 + 0,010\text{horas}$.



4.14. Duração do pré-abate

A duração do pré-abate corresponde ao intervalo de tempo que vai desde o carregamento dos animais na sua exploração de origem até ao momento do abate. Este parâmetro foi calculado através da soma da duração do transporte com o tempo que os animais permaneceram na abegoaria. Teve como média 13 horas e 23 minutos, com um mínimo de 5 horas e 20 minutos e um máximo de 22 horas e 30 minutos. Para um quarto dos animais este intervalo durou até 5 horas e 31 minutos, para metade dos animais até 14 horas e 45 minutos e para três quartos o até 20 horas e trinta minutos (Figura 34).

Figura 34 - Histograma da distribuição do pré-abate.



O prolongamento da duração do pré-abate teve como consequência o aumento significativo da frequência de $\text{pH} \geq 5,8$ ($P < 0,001$) e $\text{pH} \geq 6,0$ ($P < 0,001$) nas carcaças, tanto no LT (Tabela 49) como no ST (Tabela 50).

Tabela 49 - Frequência de carcaças com valores de pH no LT para cada intervalo de tempo do pré-abate.

Tempo pré-abate (horas)	LT										
	pH <5,8		pH ≥5,8		P	pH <6,0		pH ≥6,0		P	Total animais
	n	%	n	%		n	%	n	%		
≤6	133	79%	36	21%	<0,001	160	95%	9	5%	<0,001	169
6 ≤x< 19	57	77%	17	23%		67	91%	7	9%		74
≥19	101	54%	86	46%		148	79%	39	21%		187
NA	133	79%	36	21%		160	95%	9	5%		123

Tabela 50 - Frequência de carcaças com valores de pH no ST para cada intervalo de tempo do pré-abate.

Tempo pré-abate (horas)	ST									
	pH <5,8		pH ≥5,8		P	pH <6,0		pH ≥6,0		P
	n	%	n	%		n	%	n	%	
≤6	152	90%	17	10%	<0,001	155	97%	4	3%	<0,001
6 ≤x< 19	55	74%	19	26%		69	93%	5	7%	
≥19	124	66%	63	34%		163	87%	24	13%	
NA	152	90%	17	10%		107	87%	16	13%	
										Total animais
										169
										74
										187
										123

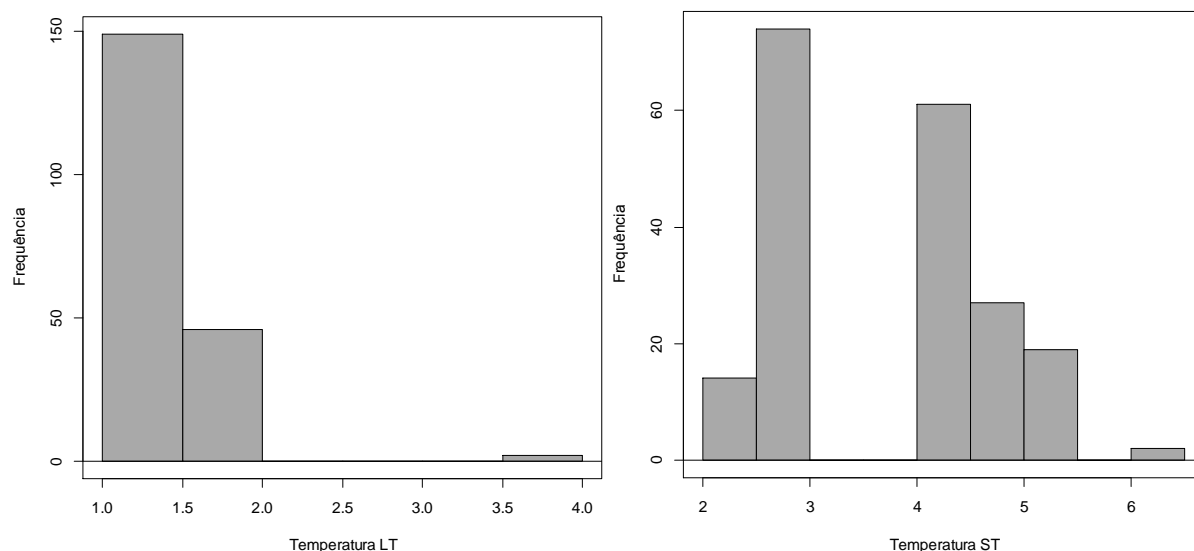
4.15. Temperatura do músculo

Para análise desta variável foram utilizadas apenas carcaças de animais abatidos no matadouro 3, pois apenas neste estabelecimento foi possível garantir uma homogeneidade dos tempos de refrigeração pós-abate, em que a temperatura média no LT foi de $+4,7 \pm 1,6$ °C e no ST foi de $+7,0 \pm 01,5$ °C (Tabela 51). Nos restantes matadouros devido a limitações logísticas, geográficas e temporais as medições foram realizadas no cais de embarque (10 °C a 12 °C), tendo-se registado diferenças significativas ($P < 0,001$) entre as temperaturas nos diferentes matadouros em ambos os músculos. Os valores da temperatura no LT e no ST apresentaram algumas diferenças entre si, apesar de ambos os músculos pertencerem à mesma carcaça e terem sido submetidos ao mesmo protocolo de refrigeração. Enquanto o valor de temperatura médio no LT foi de $+1,5 \pm 0,3$ °C, no ST foi de $+3,9 \pm 1,0$ °C. As temperaturas mínimas foram 1,4° C no LT e 1,9 °C no ST e as máximas 4° C no LT e 6,1 °C no ST (Figura 35 e 36). Observou-se uma correlação positiva ($r^2 = 0,860$ e $P < 0,001$) entre as temperaturas nos dois músculos.

Tabela 51 - Medianas dos valores de temperatura no LT e no ST nos diferentes matadouros.

Matadouro	LT	P	ST	P
	Mediana Temperatura °C		Mediana Temperatura °C	
1	NA	<0,001	NA	<0,001
2	6,0		8,3	
3	1,4		4,3	

Figura 35 e 36 - Distribuição dos valores de temperatura no LT e ST.



O aumento da temperatura não fez variar de forma significativa a frequência de animais abatidos no matadouro 3 com $\text{pH} \geq 5,8$ ($P > 0,05$) e $\text{pH} \geq 6,0$ ($P > 0,05$), nem no LT (Tabela 52), nem no ST (Tabela 53) tanto no limite de $\text{pH} 5,8$ ($P > 0,05$) como no limite de pH de 6,0 ($P > 0,05$).

Tabela 52 - Frequência de carcaças com valores de pH para cada intervalo de temperatura no LT.

Temperatura LT (°C)	LT										
	pH <5,8		pH ≥5,8		P	pH <6,0		pH ≥6,0		P	Total animais
	n	%	n	%		n	%	n	%		
≤1,5	92	62%	57	38%	0,448	124	83%	25	17%	0,446	149
1,5 ≤x≤ 4	24	92%	2	8%		42	91%	4	9%		46
4 ≤x≤ 7,5	1	50%	1	50%		2	100%	0	0%		2

Tabela 53 - Frequência de carcaças com valores de pH para cada intervalo de temperatura no ST.

Temperatura ST (°C)	ST										
	pH <5,8		pH ≥5,8		P	pH <6,0		pH ≥6,0		P	Total animais
	n	%	n	%		n	%	n	%		
≤1,5	0		0		0,094	0		0		1	0
1,5 ≤x≤ 4	77	88%	11	13%		83	94%	5	6%		88
4 ≤x≤ 7,5	85	78%	24	22%		102	94%	7	6%		109

5. Discussão

5.1. pH

Os valores médios de pH de ambos os músculos, 5,72 no LT e 5,67 no ST, encontraram-se dentro do intervalo [5,5-5,8]. No entanto, foram bastante superiores aos valores médios de pH $5,46 \pm 0,11$ descritos por Van de Water *et al.* (2003b) no LT de vitelas sujeitas a um transporte de curta distância. A percentagem de carcaças a apresentar $\text{pH} \geq 5,8$ foi bastante elevada, 31% no LT e 23% no ST, quando comparada com a obtida no estudo realizado em Espanha por Mach *et al.* (2008), que foi de 14%. Também a frequência de carcaças com $\text{pH} \geq 6,0$, 13% no LT e 9% no ST, foi bastante elevada quando comparada com a encontrada em França por Mounier, Dubroeuq, Andanson & Veissier (2006) que foi de 4,83 % ou com a incidência de 4,02% encontrada por Mach *et al.* (2008). É de realçar que o presente estudo foi realizado segundo condições comerciais, não tendo existido cuidados especiais no manuseamento dos animais.

O total do peso líquido das carcaças com $\text{pH} \geq 6,0$ no LT pago ao valor da bolsa de bovino do Montijo, no referido período, corresponde a 41.373 euros e a desvalorização de 10% no valor das carcaças com $\text{pH} \geq 5,8$ e $< 6,0$ significaria uma perda de 6.324 euros. Segundo o National Best Quality Audit, no ano de 1995 o custo do fenómeno DFD correspondeu nos Estados Unidos da América a \$6,08 USD por cada animal abatido (Scanga, Belk, Tatum, Grandin & Smith, 1998), no presente estudo este valor foi de 74,81 €.

As diferenças observadas entre o pH no LT e no ST podem ser devidas a: 1) trabalho mais intenso do LT comparativamente ao ST, o que não parece verificar-se pois o LT é um músculo responsável pela postura e o ST pela locomoção; 2) diferenças nos tipos de fibras musculares que os compõem. Apesar de ambos serem músculos compostos maioritariamente por fibras oxidativas, a percentagem de cada tipo de fibra no músculo pode variar. Wyrwysz, Póltorak, Zalewska, Zaremba & Wierzbicka (2012) não encontraram diferenças significativas no pH_u entre estes dois músculos; 3) hemorragias provocadas por comportamentos de monta, que resultam numa dificuldade de sangria e acumulação de sangue no LT, que impede a correta descida do pH; e 4) diferenças na espessura/conformação dos músculos, responsáveis por desigualdades na descida da temperatura, gerando diferenças na atividade das enzimas glicolíticas.

5.2. Género

Quando analisada a totalidade dos animais, os machos apresentaram frequências significativamente superiores de $\text{pH} \geq 5,8$ e $\text{pH} \geq 6,0$, tanto no LT como no ST. Resultados similares foram obtidos por Mach *et al.* (2008). O efeito do género deve-se muito provavelmente à maior atividade física e maior suscetibilidade ao *stress* apresentada pelos machos (Kreikemeier, Unruh & Eck, 1998) ou à maior propensão para conflitos no estabelecimento de novas hierarquias durante o período de pré-abate (Broom, 2007; Partida, Olleta, Campo, Sañudo & María, 2007). No entanto, é de notar no presente estudo os elevados valores de pH das 4 fêmeas HF que partilharam transporte e abegoaria com animais machos da mesma raça. Apesar da jovem idade dos animais, esta raça apresenta a puberdade precocemente, tendo já sido descritas montas no momento do embarque em animais HF com 28 semanas de idade (Van de Water *et al.*, 2003b). Para validar a hipótese de estes valores de pH serem devidos a comportamentos de monta, é necessário num estudo futuro incluir indicadores comportamentais.

Tal como no estudo de Kreikemeier, Unruh & Eck (1998), no presente estudo os machos apresentaram pesos líquidos de carcaça significativamente superiores aos das fêmeas (+10,2 Kg), mesmo quando analisadas as raças CC e HF separadamente.

5.3. Raça

Ao serem analisados apenas animais do mesmo género (masculino) e sujeitos a condições de pré-abate semelhantes (transporte direto), para minimizar as interferências de outras variáveis, os animais HF obtiveram valores de pH significativamente superiores aos dos animais CC em ambos os músculos. Klont *et al.* (1999) também encontraram valores de pH superiores em vitelas HF, comparativamente a vitelas de dupla aptidão de raça Meuse-Rhine-Yssel (MRY). Segundo estes autores, esta diferença ficou-se a dever aos elevados valores de temperatura no músculo dos animais MR Y, por incapacidade de arrefecerem à mesma velocidade que nos animais HF, mais leves. No presente estudo, os animais CC e HF não apresentaram diferenças significativas nos pesos de carcaça, mesmo quando foram analisadas apenas vitelas do sexo masculino. Provavelmente, os valores de pH mais elevados nos animais HF são devidos às diferenças no temperamento (King *et al.*, 2006) e precocidade sexual (Partida *et al.*, 2007; Ball & Peters, 2008) entre as duas raças.

5.4. Peso líquido de carcaça

O peso líquido de carcaça não provocou diferenças significativas no número de animais com $\text{pH} \geq 5,8$ e $\text{pH} \geq 6,0$, tanto no LT como no ST. Mach *et al.* (2008) também avaliaram a relação entre os diferentes pesos de carcaça e a frequência de $\text{pH} \geq 5,8$ e tal como no presente estudo não foram encontradas diferenças significativas. No entanto, quando o pH dos machos foi analisado como uma variável contínua e se separaram as duas raças, tanto os animais mais leves CC como HF, apresentaram valores de pH significativamente mais elevados no LT. Por sua vez, Klont *et al.* (1999) que analisaram o pH como variável contínua, referem uma velocidade de arrefecimento no *m. longissimus lumborum* mais lenta nas carcaças de vitela com peso líquido superior, apresentando como consequência maior velocidade de descida do valor de pH , atingindo valores de pH 24 horas *post mortem* inferiores. Apesar de Klont *et al.* (1999) aconselharem a reflexão sobre o tempo de medição do pH_u nas carcaças mais leves, a diferença no pH devido à variação do peso líquido de carcaça, no mesmo estudo, permanece estatisticamente significativa 48 horas *post mortem*.

5.5. Conformação

A conformação para além de não ter influenciado as frequências de animais com valores de $\text{pH} \geq 5,8$ e $\text{pH} \geq 6,0$ no LT e no ST, também não se fez notar significativamente na variação do pH , quando analisado como variável contínua. Klont *et al.* (1999) que também realizaram a análise desta última forma, encontraram variações estatisticamente significativas do pH em função da conformação. Klont *et al.* (1999) realizaram a avaliação da conformação de acordo com a escala (S)EUROP (Regulamento CE nº1183/2006), podendo ter sido a escala utilizada no presente trabalho, com apenas 3 notas, o fator responsável pelas diferenças entre os dois estudos.

Apesar da grande amplitude de cada nota da escala, os animais com carcaças mais pesadas tiveram avaliações mais altas na conformação ($P < 0,001$). São de realçar neste parâmetro, as diferenças registadas entre as raças. Sendo que os machos CC foram avaliados com conformações superiores aos machos HF ($P < 0,001$), apesar de não ter sido encontrada diferença significativa nos pesos líquidos de carcaça entre machos de diferentes raças ($P > 0,05$). Estas diferenças provavelmente devem-se aos diferentes rendimentos de carcaça entre os animais das duas raças, apresentando os animais HF menor desenvolvimento muscular e maior quantidade de osso.

5.6. Matadouro

O matadouro onde ocorreu o abate dos animais influenciou de forma significativa a frequência de $\text{pH} \geq 5,8$ e $\text{pH} \geq 6,0$ em ambos os músculos. Para se compararem as condições pré-abate nos diferentes matadouros (manuseamento e instalações), não poderia ter variado de forma significativa o género e a raça dos animais abatidos. Para além do mais, o objetivo deste trabalho não permitiu minimizar a variabilidade das condições a que os animais estiveram sujeitos até à chegada ao matadouro.

O ideal para a execução de um estudo deste género, seria a realização do abate apenas num único matadouro, para que as condições do pré-abate apenas se diferenciasssem na variável em estudo. A grande distância entre as diferentes origens dos animais não permitiu cumprir esta premissa.

5.7. Forma de Transporte (direto/ indireto)

Os animais transportados para o matadouro de forma direta, ou seja, sem misturar animais de diferentes origens na mesma viagem, apresentaram frequências significativamente superiores de $\text{pH} \geq 5,8$ e $\text{pH} \geq 6,0$ no LT. Tal significância não se verificou no ST da totalidade dos animais, provavelmente devido ao grande número de variáveis presentes. Quando se retiraram as variáveis raça, género e matadouro e se analisaram apenas os machos CC abatidos no matadouro 3, a forma de transporte passou a ser responsável por diferenças estatisticamente significativas nas frequências de carcaças com $\text{pH} \geq 5,8$ e $\text{pH} \geq 6,0$, em ambos os músculos. No transporte indireto, ao serem misturados animais de diferentes proveniências, surgem tanto comportamentos agonísticos entre eles, como as já referidas montas, provocando fadiga muscular e depleção do glicogénio com as consequências na qualidade da carne a ela associada (Kenny & Tarrant, 1987b). Noutro estudo feito em vitelas, a mistura de animais de diferentes proveniências não teve um efeito significativo no número de animais com $\text{pH} \geq 5,8$ (Mach *et al.*, 2008). Contudo, a mistura dos animais não foi o único *stressor* adicionado, pois as vitelas do transporte indireto tiveram de viajar até à exploração seguinte, por vezes por caminhos de acesso em más condições e esperar o carregamento de mais animais. Possivelmente esta foi a razão para as diferenças observadas nos resultados dos diferentes estudos.

5.8. Distância e duração de viagem

A distância percorrida na viagem para o matadouro influenciou de forma significativa a frequência de animais com $\text{pH} \geq 5,8$ e $\text{pH} \geq 6,0$ tanto no LT como no ST, sendo de realçar a curta distância das viagens envolvidas. Dos 430 animais de que se registou a distância percorrida, 44% fez menos de 40 Km e 89% fez menos de 120 Km, tendo sido o transporte máximo de 165 Km. A distância a partir da qual o pH é afetado continua a ser um tema controverso. G. Eldridge & Winfield (1988) afirmam que este limite é de 400 Km, outros autores defendem distâncias mais curtas como 250 km (Jones & Tong, 1989) ou 200 km (Puolanne & Aalto, 1981). No presente estudo, os animais fizeram em media 75,7 Km e a distância influenciou de forma significativa o pH da carne. Provavelmente, tal diferença nos resultados deve-se ao atraso verificado em Portugal relativamente às condições de embarque (Figura 37) e na forma de lidar com os animais, tendo sido frequente no embarque dos animais a incorreta utilização de agulhões elétricos por parte dos trabalhadores das explorações de origem (Figura 38). Este tipo de variáveis têm grandes repercussões nos níveis de *distress* dos animais, tendo como consequência o gasto de glicogénio muscular. Mach *et al.* (2008) num trabalho em que as condições do embarque eram más, com ângulos apertados e diferentes superfícies, encontraram grandes alterações nos indicadores comportamentais e fisiológicos. Grandin e Tarrant (2000) e Kenny e Tarrant, (1987a) em estudo em que as condições ótimas de embarque eram ótimas, não encontraram reações adversas nos animais durante esta etapa.

Figura 37 e 38 - Condições e práticas de embarque observadas no presente trabalho. Fotografias originais.



Apesar do presente estudo ter ocorrido durante o Outono, quando as temperaturas em Portugal são mais amenas, a temperatura pode também ter sido responsável por *distress*, sendo aconselhado em futuros trabalhos deste género, a medição contínua desta variável no interior do camião. As condições das estradas também podem ter sido responsáveis por algum *distress* nos

animais, visto a grande maioria dos transportes terem sido feitos por estradas nacionais, devido ao elevado custo praticado pelos concessionários das autoestradas.

A distância apresentou uma correlação positiva ($r^2 = 0,896$ e $P < 0,001$) com o tempo de viagem. Tal como na distância, existe um valor máximo de tempo de viagem para que o efeito no pH_u seja mínimo, tendo sido estabelecido por Grandin (2007) em 4 horas, desde que garantidas boas condições durante viagem e seja garantida a ausência de traumatismos. Apesar do tempo médio gasto na viagem, no presente estudo, ter sido 79 minutos e o máximo registado não ter ido além dos 174 minutos, esta variável influenciou significativamente o número de carcaças com $pH \geq 5,8$ e $pH \geq 6,0$ no LT. O ST, apesar de não ter sido influenciado de forma significativa pelo tempo gasto na viagem, apresentou frequências crescentes de $pH \geq 5,8$ e $pH \geq 6,0$ com a extensão do tempo de viagem, à exceção dos animais que viajaram por mais de 130 minutos. Visto a mobilização do glicogénio ser dependente do trabalho muscular, seria mais representativo deste esforço se a contagem do tempo se iniciasse logo no momento do embarque, assim estaria representada nesta variável também a facilidade de carregamento.

Tanto a distância percorrida como o tempo de viagem, nos seus intervalos máximos, ≥ 120 Km e ≥ 130 min respetivamente, apresentaram menor frequência de carcaças com $pH \geq 5,8$ e $pH \geq 6,0$, possivelmente devido ao facto do transporte destes 47 animais ter sido feito pela autoestrada de forma direta.

5.9. Número paragens

Nos animais que realizaram 1 paragem entre o embarque e o descarregamento no matadouro, foram mais frequentes os valores de $pH \geq 5,8$ e $pH \geq 6,0$ no LT e no ST do que os animais que foram carregados na exploração e descarregados no matadouro sem que tenham sido sujeitos a alguma paragem. Ao contrário do que seria de esperar, os animais que realizaram 2 paragens, não apresentaram frequências superiores de $pH \geq 5,8$ e $pH \geq 6,0$. Este facto poderia ser explicado com a curta permanência dos animais na abegoaria. No entanto, estes animais permanecerem na abegoaria entre 18 e 19 horas. Os estudos em que se trabalha com uma grande amostra de animais acabam por ser muito heterogeneos. Possivelmente, este grupo que realizou duas paragens tinha menos medo das pessoas ou já tinha sido sujeito a uma grande variedade de estímulos, acabando por serem menos afetados pelo efeito novidade. Outra hipótese é a de estes animais se encontrarem em ótima condição corporal, com reserva de glicogénio muscular capaz chegar a 0,7-0,8g glicogénio por 100g de músculo no momento do abate. Assim, quem pretenda no futuro estudar esta variável, é aconselhado uma boa uniformização das condições no manuseamento dos animais para que informações mais conclusivas possam ser retiradas dos resultados.

5.10. Tipo de abate e tempo na abegoaria

O tempo decorrido desde que os animais foram descarregados no matadouro até ao momento do seu abate, influenciou significativamente a frequência de animais com $\text{pH} \geq 5,8$ e $\text{pH} \geq 6,0$ no LT e no ST, sendo aquela frequência tanto maior quanto mais longa a permanência na abegoaria. Ao contrário do presente estudo, Ferguson, Shaw & Stark (2007) não encontraram diferenças significativas no pH_u e na concentração de glicogénio entre novilhos com 3 e 18 horas de permanência na abegoaria, provavelmente devido ao facto da relação entre a concentração de glicogénio e o pH_u ser apenas linear quando o glicogénio ultrapassa o limiar (María, Villarroel, Sañudo, Olleta & Gebresenbet, 2003). Knowles (1999) sugeriu, para novilhos, um tempo mínimo na abegoaria de 24 horas, para que ocorra a recuperação dos valores de glicogénio muscular. No entanto, tal não acontece quando animais de diferentes proveniências são misturados nesta etapa (Kenny & Tarrant, 1987b). Mounier, Dubroeuq, Andanson & Veissier (2006) foram encontrando melhorias nos valores de pH_u da carne de touros, prolongando o tempo na abegoaria para além das 17 horas. Em Espanha, Mach *et al.* (2008) verificaram que o risco de obter $\text{pH} \geq 5,8$ foi aumentando com a duração da estada na abegoaria, duplicando quando esta ultrapassava as 15 horas e 48 minutos. Também na República Checa, onde provavelmente as condições de manuseamento não diferem muito das de Portugal, Barto, Franc, Rehak e Stipkova (1992) encontraram frequências bastante inferiores (-25,9%) de carnes DFD em animais abatidos de forma direta.

É difícil fixar tempos ótimos de permanência na abegoaria, não existindo legislação sobre tempos de permanência mínimos. No Regulamento CE nº 1099/2009 apenas é referido que é necessário que os animais recuperem totalmente das perturbações originadas pela deslocação do local de origem para o matadouro, variando em função das espécies animais, idade, sexo, época do ano, tempo gasto na viagem para o matadouro, tipo de transporte utilizado, etc. O objetivo do repouso é que os animais estejam em perfeitas condições fisiológicas no momento do abate, sem que tenham perdido peso, o que significa que o abate não deve ser adiado desnecessariamente. Quanto aos animais fatigados ou excitados, o regulamento português (Portaria nº 971/1994) estipula que devem descansar durante um período de, pelo menos, vinte e quatro horas, salvo decisão em contrário do médico veterinário oficial.

O bem-estar neste local depende grandemente das condições que são fornecidas aos animais, não tendo sido reconhecido por Tadich, Gallo, Bustamante, Schwerter & van Schaik (2005) benefício no prolongamento desta etapa. Em concordância com o anteriormente referido, os animais do presente estudo que realizaram abate direto, apresentaram menores frequências de $\text{pH} \geq 5,8$ e $\text{pH} \geq 6,0$ que os animais do abate indireto. Possivelmente estes resultados devem-se a problemas nas

instalações do matadouro, uma vez que o contato de animais de diferentes proveniências provoca lutas e montas entre eles na tentativa de reestabelecer hierarquias. Esta atitude foi associada à elevação da concentração plasmática de CPK em vitelas com maior permanência na abegoaria (Van de Water *et al.*, 2003b).

5.11. Duração pré-abate

Como seria de esperar, os resultados relativos ao tempo de transporte e ao tempo de permanência na abegoaria, a duração do pré-abate afetou significativamente a frequência de animais com $\text{pH} \geq 5,8$ e $\text{pH} \geq 6,0$ tanto no LT como no ST. Os resultados deste estudo sugerem que a brevidade do abate após saída da exploração parece ser crucial para a obtenção de valores de pH 24 horas *post mortem* no LT e ST inferiores a 5,8, particularmente no que diz respeito a vitelas.

5.12. Temperatura do músculo

A frequência de animais com valores de $\text{pH} \geq 5,8$ e $\text{pH} \geq 6,0$ não foi influenciada pelos valores de temperatura a que estes se encontravam, tanto no LT como no ST. Provavelmente, tal facto ficou-se a dever tanto à uniformização do ciclo de frio em todas as carcaças como à pequena variabilidade nos pesos líquidos de carcaças, uma vez que todos os animais tinham menos de 8 meses. Na análise desta variável apenas entraram animais abatidos no matadouro 3 devido à medição da temperatura nos restantes matadouros ter ocorrido fora das câmaras frigoríficas.

O valor de leitura de pH varia consoante a temperatura de medição (Jansen, 2001). Apesar de neste trabalho terem sido utilizadas leituras de pH a diferentes temperaturas, o potenciómetro fazia a compensação automática, possibilitando a comparação dos valores.

6. Conclusão

O presente estudo demonstrou que ainda há um longo caminho a percorrer em Portugal na forma como o pré-abate é gerido. Através de metodologias simples e simplificadoras do processo conseguiu-se diminuir significativamente a frequência de $\text{pH} \geq 5,8$ e $\text{pH} \geq 6,0$ na carne. Para além de se reduzir a frequência de pH elevados, causadores de desvalorizações nas carcaças, também existe a possibilidade de reduzir o custo no matadouro pela redução do tempo de permanência dos animais nas abegoarias.

Num país da dimensão de Portugal, com uma área continental de 85838 Km², a existência de 31 matadouros licenciados para bovinos permite a realização de transportes de curtas distâncias. Esta realidade facilita o descarregamento dos animais pela manhã, logo antes do abate, pois toda a logística é simplificada. Os resultados parecem indiciar erros na forma como os animais são manuseados, pois ainda não haviam sido descritas alterações no pH em viagens de tão curta distância/duração. Desta forma, seria interessante num estudo futuro incluir a medição de indicadores comportamentais de bem-estar.

O presente trabalho sugere que, durante a permanência na abegoaria dos matadouros em estudo, as vitelas acabaram por não repousar, tendo em consideração que foram menos frequentes os valores de $\text{pH} \geq 5,8$ e $\text{pH} \geq 6,0$ nas carnes de animais abatidos de forma direta. No entanto, a concentração de glicogénio muscular está dependente de vários outros fatores, revestindo-se assim de interesse a medição de outros indicadores.

A realização de transportes com mistura de animais de diferentes origens, carregados em momentos diferentes, quando comparada com transportes realizados diretamente do produtor para o matadouro, parece estar associada à maior frequência de valores de $\text{pH} \geq 5,8$ e $\text{pH} \geq 6,0$ na carne. Desta forma, reveste-se de interesse o estudo do impacto económico deste tipo de gestão do pré-abate.

7. Bibliografia

- Animal Health and Welfare (2011). Scientific Concerning the Welfare of Animals during Transport. *EFSA Journal*, 9(1).
- Anderson, B. (1978). The Australian carcass bruise scoring system. *Australian Society of Animal Production*, 12, 242.
- Andreasen, S. N. (2013). The correlation of Qualitative Behavior Assessments with Welfare Quality® protocol outcomes in on-farm welfare assessment of dairy cattle. *Applied animal behaviour science*, 143(1), 9.
- Associação Portuguesa de industriais das carnes (2012). Bolsa de bovino - sessão de 2012. Acedido em Julho 27, 2013, disponível em http://www.apicarnes.pt/pdf/bolsa_pt/2012/bolsabovino2012.pdf
- Apple, J. K., Kegley, E. B., Maxwell, C. V., Rakes, L. K., Galloway, D. & Wistuba, T. J. (2005). Effects of dietary magnesium and short-duration transportation on stress response, postmortem muscle metabolism, and meat quality of finishing swine. *Journal of Animal Science*, 83(7), 1633–1645.
- Apple, J. K., Kegley, E. B., Galloway, D. L., Wistuba, T. J., Rakes, L. K. & Yancey, J. W. S. (2006). Treadmill exercise is not an effective methodology for producing the dark-cutting condition in young cattle. *Journal of Animal Science*, 84(11), 3079–3088.
- Appleby M. C. Cussen, V. A. & Lambert, L. A. (2008). Science of Animal Welfare. In *long distance transport and welfare of farm animals*. Oxford: CABI.
- Ball, P. J. H. & Peters, A. R. (2004). *Reproduction in Cattle*. (3th ed.). Oxford: Blackwell Publishing.
- Barto L., Francos C., Rehak D. & Stipkova (1992). A practical method to prevent dark-cutting (DFD) in beef. *Meat Science* 34 (1993) 275-282
- Bendall, J. (1973). *Post mortem* changes in muscle. In G. H. Bourne, *The structure and function of muscle*, vol. 2 (2nd ed.). p. 244 –309. New York: Academic Press.
- Botreau, R., Veissier, I., Butterworth, A., Bracke, M. & Keeling, L. (2007). Definition of criteria for overall assessment of animal welfare. *Animal welfare*, 16(2), 225.
- Bourguet, C., Deiss, V., Gobert, M., Durand, D., Boissy, A. & Terlouw, E. M. C. (2010). Characterising the emotional reactivity of cows to understand and predict their stress reactions to the slaughter procedure. *Applied Animal Behaviour Science*, 125(1–2), 9–21.
- Bradshaw, R. H., Parrott, R. F., Forsling, M. L., Goode, J. A., Lloyd, D. M., Rodway, R. G. & Broom, D. M. (1996). Stress and travel sickness in pigs: effects of road transport on plasma concentrations of cortisol, beta-endorphin and lysine vasopressin. *Animal Science*, 63(03), 507–516.
- Broom, D.M. (1986). Indicators of poor welfare. *The British veterinary journal*, 142(6), 524.

- Broom, D. M. (1991). Animal welfare: concepts and measurement. *Journal of Animal Science*, 69(10), 4167–4175.
- Broom, D. M. (1992). The effects of production efficiency on animal welfare. *European Association for Animal Production*, 67, 201–201.
- Broom, D. M. & Johnson, K. G. (1993). *Stress and Animal Welfare*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers
- Broom, D. M. (2005). The effects of land transport on animal welfare. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 24(2), 683–691.
- Broom D.M. (2007). Welfare Assessment and Welfare Problem Areas During Handling and Transport. In T. Grandin, *Livestock Handling and Transport*, (3rd Edition). Wallingford: CABI.
- Broom D. M. (2008). The Welfare of Livestock During Road Transport. In M.C. Appleby, V. A. Cussen, L. Garcés, L.A. Lambert and J. Turner, *Long Distance Transport and Welfare of Farm Animals*. Wallingford: CABI.
- Carroll, J., Gillespie, J., Willard, S., Kemper, C. & Welsh Jr, T. (1993). Utilization of corticotropin-releasing factor and vasopressin to assess the pituitary-adrenocortical system in cattle. *Journal of Animal Science*, 71(1), 207.
- Chang, X. & Mowat, D. N. (1992). Supplemental chromium for stressed and growing feeder calves. *Journal of Animal Science*, 70(2), 559–565.
- Cockram, M. S. (2007). Criteria and potential reasons for maximum journey times for farm animals destined for slaughter. *Applied Animal Behaviour Science*, 106(4), 234–243.
- Comissão Europeia. (2012). Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho e ao Comité Económico e Social Europeu sobre a estratégia da União Europeia para a proteção e o bem-estar dos animais 2012-2015. *COM (2012)*, 6. Bruxelas. Disponível http://ec.europa.eu/food/animal/welfare/actionplan/docs/aw_strategy_19012012_pt.pdf.
- Cunningham J. G. (2002) *Textbook of veterinary physiology* (3th ed.). USA: Elsevier Saunders.
- Curley, K. O., Paschal, J. C., Welsh, T. H. & Randel, R. D. (2006). Technical note: Exit velocity as a measure of cattle temperament is repeatable and associated with serum concentration of cortisol in Brahman bulls. *Journal of Animal Science*, 84(11), 3100–3103.
- D'Souza, D. N., Warner, R. D., Leury, B. J. & Dunshea, F. R. (1998). The effect of dietary magnesium aspartate supplementation on pork quality. *Journal of Animal Science*, 76(1), 104–109.
- Drucker, P. F. (1999). *Sociedade Pós-Capitalista*, p. XVI. São Paulo: Cengage Learning Editores.
- Duncan, I. J. & Fraser, D. (1997). Understanding animal welfare. In M. Appleby & B. O. Hughes (Eds.), *Animal welfare* (p. 20). London: CABI.

- Eldridge, G. A., Barnett, J. L., McCausland, I. P., Millar, H. W. C. & Vowles, W. J. (1984). Bruising and method of marketing cattle. *Australian Society Animal Production*, 15, 675.
- Eldridge, G. & Winfield, C. (1988). The behaviour and bruising of cattle during transport at different space allowances. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 28(6), 695–698.
- Eldridge, G., Winfield, C. & Cahill, D. (1988). Responses of cattle to different space allowances, pen sizes and road conditions during transport. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 28(2), 155–159.
- Eldridge, G., Warner, R., Winfield, C. & Vowles, W. (1989). Pre-slaughter management and marketing systems for cattle in relation to improving meat yield, meat quality and animal welfare. *Report for Australian Meat & Livestock Research & Development Corporation, Victoria, Australia*.
- Eurobarometer 229 (2005). Attitudes of consumers towards the welfare of farmed animals. *TNS Opinion & Social*. Disponível em http://www.ruralcat.net/migracio_resources/627177_euro_barometer25_en.pdf
- Evans, A. C. O., Davies, F. J., Nasser, L. F., Bowman, P. & Rawlings, N. C. (1995). Differences in early patterns of gonadotrophin secretion between early and late maturing bulls, and changes in semen characteristics at puberty. *Theriogenology*, 43(3), 569–578.
- Fabiansson, S., Erichsen, I., Laser Reuterswärd, A. & Malmfors, G. (1984). The incidence of dark cutting beef in Sweden. *Meat Science*, 10(1), 21–33.
- Federation of Animal Science Societies. (2010). *Guide for the care and use of agricultural animals in research and teaching*. (3rd ed.). Champaign: Federation of Animal Science Societies. Disponível em <http://www.fass.org/page.asp?pageID=216>.
- Federation of Animal Science Societies. (2011). Farm Animal Welfare Committee - Five Freedoms. Acedido em Abril 12, 2013, disponível em <http://www.defra.gov.uk/fawc/about/five-freedoms/>.
- Ferguson, D. M., Shaw, F. D. & Stark, J. L. (2007). Effect of reduced lairage duration on beef quality. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 47(7), 770–773.
- Ferguson, D. M. & Warner, R. D. (2008). Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? *Meat Science*, 80(1), 12–19.
- Fernandez, X., Monin, G., Culioli, J., Legrand, I. & Quilichini, Y. (1996). Effect of duration of feed withdrawal and transportation time on muscle characteristics and quality in Friesian-Holstein calves. *Journal of Animal Science*, 74(7), 1576–1583.
- Fisher, A. D., Niemeyer, D. O., Lea, J. M., Lee, C., Paull, D. R., Reed, M. T. & Ferguson, D. M. (2010). The effects of 12, 30, or 48 hours of road transport on the physiological and behavioral responses of sheep. *Journal of Animal Science*, 88(6), 2144–2152.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2001). Effects of stress and injury on meat and by-product quality. In FAO, *Guidelines for humane handling, transport and*

slaughter of livestock (pp. 6–9). Regional Office for Asia and The Pacific. Acedido disponível em <http://www.fao.org/docrep/003/x6909e/x6909e00.htm>.

- Fordyce G., Wythes J. R., Shorthose W. R., Underwood D. W. & Shepherd, K. R. (1988). Cattle temperaments in extensive beef herds in northern Queensland. 2. Effect of temperament on carcass and meat quality. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 28(6), 689–693.
- Forkman, B. & Keeling, L. (2009). *Assessment of animal welfare measures for dairy cattle, beef bulls an veal calves Welfare Quality*. Cardiff: Joek Roex.
- Fraser, A. F. & Broom, D. M. (1997). *Farm animal behaviour and welfare*. Oxford: CABI.
- Fraser, D. (1995). Science, Values and Animal Welfare: Exploring the “Inextricable Connection.” *Animal Welfare*, 4(2), 103–117.
- Fulton, R. W., Ridpath, J. F. & Burge, L. J. (2013). Bovine coronaviruses from the respiratory tract: Antigenic and genetic diversity. *Vaccine*, 31(6), 886–892.
- Geesink, G., van Buren, R. G., Savenije, B., Verstegen, M. W., Ducro, B., van der Palen, J. G. & Hemke, G. (2004). Short-term feeding strategies and pork quality. *Meat Science*, 67(1), 1–6.
- Grandin, T. (1990). Design of loading facilities and holding pens. *Applied Animal Behaviour Science*, 28(1–2), 187–201.
- Grandin, T. (1992). Behavioral agitation during handling is persistent over time. *Applied Animal Behaviour Science*, 36(1), 1-9.
- Grandin, T. (1997). Assessment of stress during handling and transport. *Journal of Animal Science*, 75(1), 249–257.
- Grandin, T. & Tarrant, V. (2000). Cattle Transport. In T. Grandin, *Livestock Handling and Transport*. Oxford: CABI.
- Grandin, T. (2007). Handling and Restraint of Range Cattle. In T. Grandin, *Livestock Handling and Transport*. (2^a ed.). Oxford: CABI.
- Grandin, T. (2008). Cattle Transport Guidelines for Meat Packers, Feedlots, and Ranches. *Department of Animal Science, Colorado State University*. Acedido em May 20, 2013, disponível em <http://www.grandin.com/meat.association.institute.html>.
- Grandin, T., Odde, K. G., Schutz, D. N. & Beherns, L. M. (1994). The reluctance of cattle to change a learned choice may confound preference tests. *Applied Animal Behaviour Science*, 39(21), 21-28.
- Gruber, S. L., Tatum, J. D., Engle, T. E., Chapman, P. L., Belk, K. E. & Smith, G. C. (2010). Relationships of behavioral and physiological symptoms of preslaughter stress to beef longissimus muscle tenderness. *Journal of Animal Science*, 88(3), 1148–1159.

- Guignot, F., Quilichini, Y., Renerre, M., Lacourt, A. & Monin, G. (1992). Relationships between muscle type and some traits influencing veal colour. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 58(4), 523–529.
- Guignot, F., Touraille, C., Ouali, A., Renerre, M. & Monin, G. (1994). Relationships between post-mortem pH changes and some traits of sensory quality in veal. *Meat Science*, 37(3), 315–325.
- Hall, S. J. G. & Bradshaw, R. H. (1998). Welfare Aspects of the Transport by Road of Sheep and Pigs. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 1(3), 235–254.
- Harrison, R. (1964). Animal machines: the new factory farming industry. *Animal machines: the new factory farming industry*. New York: Ballantine Books.
- Hartung, J., Marahrens, M. & von Holleben, K. (2003). Recommendations for future development in cattle transport in Europe. *Deutsche tierärztliche Wochenschrift*, 110(3), 128–130.
- Henry, Y., Sève, B., Mounier, A. & Ganier, P. (1996). Growth performance and brain neurotransmitters in pigs as affected by tryptophan, protein, and sex. *Journal of Animal Science*, 74(11), 2700–2710.
- Hunt, M. C. & Hedrick, H. B. (1977). Profile of Fiber Types and Related Properties of Five Bovine Muscles. *Journal of Food Science*, 42(2), 513–517.
- Hutcheson, D. P. (1988). Nutrient requirements of diseased, stressed cattle. *The Veterinary clinics of North America Food animal practice*, 4(3), 523–530.
- Immonen, K. & Puolanne, E. (2000). Variation of residual glycogen-glucose concentration at ultimate pH values below 5.75. *Meat Science*, 55(3), 279–283.
- Immonen, K., Ruusunen, M., Hissa, K. & Puolanne, E. (2000). Bovine muscle glycogen concentration in relation to finishing diet, slaughter and ultimate pH. *Meat Science*, 55(1), 25–31.
- Immonen, K., Schaefer, D., Puolanne, E., Kauffman, R. & Nordheim, E. (2000). The relative effect of dietary energy density on repleted and resting muscle glycogen concentrations. *Meat Science*, 54(2), 155–162.
- Norma Chilena Oficial NCh, nº 1306 de 2002. *Canales de bovino: Definiciones y tipificación*. Instituto Nacional de Normalización. Chile.
- Instituto Nacional Estatística. (2012). Estatísticas Agrícolas 2011. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística, I.P. Disponível em www.ine.pt.
- Instituto Nacional Estatística. (2013). Estatísticas Agrícolas 2012. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística, I.P. Disponível em www.ine.pt.
- International Office of Epizootics. (2012). *Terrestrial animal health code*. Paris: World Organisation for Animal Health.

- Jansen, M. L. (2001). Determination of meat pH – temperature relationship using ISFET and glass electrode instruments. *Meat Science*, 58(2), 145–150.
- Jeremiah, L. E., Schaefer, A. L. & Gibson, L. L. (1992). The effects of ante-mortem feed and water withdrawal, ante-mortem electrolyte supplementation, and post-mortem electrical stimulation on the palatability and consumer acceptance of bull beef after ageing. *Meat Science*, 32(2), 149–160.
- Jones, S. D. M. & Tong, A. K. W. (1989). Factors influencing the commercial incidence of cutting dark beef. *Canadian Journal of Animal Science*, 69(3), 649–654.
- Kenny, F. & Tarrant, P. V. (1987a). The physiological and behavioural responses of crossbred Friesian steers to short-haul transport by road. *Livestock Production Science*, 17, 63–75.
- Kenny, F. J. & Tarrant, P. V. (1987b). The behaviour of young Friesian bulls during social regrouping at an abattoir. Influence of an overhead electrified wire grid. *Applied Animal Behaviour Science*, 18(3–4), 233–246.
- Ketelslegers, J. M., Maiter, D., Maes, M., Underwood, L. E. & Thissen, J. P. (1995). Nutritional regulation of insulin-like growth factor-I. *Metabolism*, 44(4), 50–57.
- Kietzmann, M. & Jablonski, H. (1985). On the blocking of stress by magnesium-aspartate hydrochloride in the pig. *Praktische Tierarzt*, 66(4), 328–335.
- King, D. A., Schuehle Pfeiffer, C. E., Randel, R. D., Welsh Jr., T. H., Oliphint, R. A., Baird, B. E., Savell, J. W. (2006). Influence of animal temperament and stress responsiveness on the carcass quality and beef tenderness of feedlot cattle. *Meat Science*, 74(3), 546–556.
- Kivikari, R. (1996). *Buffering capacity of meat*. Academic Dissertation of Food Technology. Helsinki: University of Helsinki, University Press.
- Klont, R. E., Barnier, V. M. H., Smulders, F. J. M., Van Dijk, A., Hoving-Bolink, A. H. & Eikelenboom, G. (1999). Post-mortem variation in pH, temperature, and colour profiles of veal carcasses in relation to breed, blood haemoglobin content, and carcass characteristics. *Meat Science*, 53(3), 195–202.
- Klont, R. E., Brocks, L. & Eikelenboom, G. (1998). Muscle fibre type and meat quality. *Meat Science*, 49(1), 219–229.
- Knowles, G. (1999). A review of the road transport of cattle. *Veterinary Record*, 144(8), 197–201.
- Knowles, T. & Warriss, P. (2000). Stress physiology of animals during transport. In *Livestock Handling and Transport*. (2nd ed.). Oxford: CABI.
- Kreikemeier, K. K., Unruh, J. A. & Eck, T. P. (1998). Factors affecting the occurrence of dark-cutting beef and selected carcass traits in finished beef cattle. *Journal of Animal Science*, 76(2), 388–395.
- Kreikemeier, K. K. & Unruh, J. A. (1993). Carcass traits and the occurrence of dark cutters in pregnant and nonpregnant feedlot heifers. *Journal of Animal Science*, 71(7), 1699–1703.

- Lawrie, R. (1981). *Developments in meat science-2*. London: Applied Science Publishers.
- Lay, D. C., Friend, T. H., Randel, R. D., Bowers, C. L., Grissom, K. K. & Jenkins, O. C. (1992). Behavioral and physiological effects of freeze or hot-iron branding on crossbred cattle. *Journal of Animal Science*, 70(2), 330–336.
- Leathwood, P. D. (1987). Tryptophan Availability and Serotonin Synthesis. In *Proceedings of the Nutrition Society*, 46(01), 143–156. Great Britain: Cambridge University Press.
- Lensink, B. J., Fernandez, X., Cozzi, G., Florand, L. & Veissier, I. (2001). The influence of farmers behavior on calves reactions to transport and quality of veal meat. *Journal of Animal Science*, 79(3), 642–652.
- Mach, N., Bach, A., Velarde, A. & Devant, M. (2008). Association between animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. *Meat Science*, 78(3), 232–238.
- Marahrens, M., Kleinschmidt, N., Di Nardo, A., Velarde, A., Fuentes, C., Truar, A., Villa, P. D. (2011). Risk assessment in animal welfare – Especially referring to animal transport. *Preventive Veterinary Medicine*, 102(2), 157–163.
- María, G. A. (2008). Meat Quality. In M. C. Appleby, Cussen, V., Lambert, L. & Turner, A. J., *Long Distance Transport and Welfare of Farm Animals*, (77-113). Oxford: CABI.
- María, G. A., Villarroel, M., Sañudo, C., Olleta, J. L. & Gebresenbet, G. (2003). Effect of transport time and ageing on aspects of beef quality. *Meat Science*, 65(4), 1335–1340.
- Mason, J. W. (1968). “ Over-all” hormonal balance as a key to endocrine organization. *Psychosomatic Medicine*, 30(5), 791–808.
- Mason, J. W. (1975). Emotion as reflected in patterns of endocrine integration. In Levi L. *Emotions: Their parameters and measurement*, 143–181. New York: Raven Press.
- Matteri, R. L., Carroll, J. & Dyer, C. J. (2000). Neuroendocrine Responses to Stress. In Moberg G. P., Mench J. A., *The Biology of Animal Stress: Basic Principles and Implications for Animal Welfare*. Oxford: CABI.
- McCausland, I. P. & Millar, H. W. C. (1982). Time of Occurrence of Bruises in Slaughtered Cattle. *Australian Veterinary Journal*, 58(6), 253–255.
- McVeigh J. M. & Tarrant P. V. (1982). Glycogen content and repletion rates in beef muscle, effect of feeding and fasting. *The Journal of nutrition*, 112(7), 1306–1314.
- Moberg, G. P. (1985). Biological response to stress: key to assessment of animal well-being? In Moberg, G. P. *Animal Stress*, (27-59). Davis: American Physiological Society.
- Moberg, G. P. (1987). Problems in defining stress and distress in animals. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 191(10), 1207–1211.
- Moberg, G. P. & Mench, J. A. (2000). *The Biology of Animal Stress: Basic Principles and Implications for Animal Welfare*. Oxford: CABI.

- Monin, G. & Ouali, A. (1991). Muscle differentiation and meat quality. In Lawrie R., *Developments in meat science*, (5th ed, p.89-157). London: Elsevier Applied Science.
- Monin, G. & Sellier, P. (1985). Pork of low technological quality with a normal rate of muscle pH fall in the immediate post-mortem period: The case of the Hampshire breed. *Meat Science*, 13(1), 49–63.
- Moreno, B. (2006). *Higiene e inspección de carnes*, p. 531-534. Madrid: Díaz de Santos.
- Mounier, L., Dubroeuq, H., Andanson, S. & Veissier, I. (2006). Variations in meat pH of beef bulls in relation to conditions of transfer to slaughter and previous history of the animals. *Journal of animal science*, 84(6), 1567–1576.
- Murata, H., Takahashi, H. & Matsumoto, H. (1987). The effects of road transportation on peripheral blood lymphocyte subpopulations, lymphocyte blastogenesis and neutrophil function in calves. *British Veterinary Journal*, 143(2), 166–174.
- Newton, K. G. & Gill, C. O. (1981). The microbiology of DFD fresh meats: A review. *Meat Science*, 5(3), 223–232.
- Otten, W., A. Berrer, S. Hartmann, T. Bergerhoff & H. M. Eichinger. (1993). Effects of magnesium fumarate supplementation on catecholamines, cortisol and blood metabolites in swine. *Proceedings of 39th International Congress of Meat Science Technology*, Calgary, Alberta.
- Parker, A. J., Hamlin, G. P., Coleman, C. J. & Fitzpatrick, L. A. (2003). Quantitative analysis of acid-base balance in Bos indicus steers subjected to transportation of long duration. *Journal of Animal Science*, 81(6), 1434–1439.
- Partida, J. A., Olleta, J. L., Campo, M. M., Sañudo, C. & María, G. A. (2007). Effect of social dominance on the meat quality of young Friesian bulls. *Meat Science*, 76(2), 266–273.
- Peachey, B. ., Purchas, R. . & Duizer, L. . (2002). Relationships between sensory and objective measures of meat tenderness of beef m. longissimus thoracis from bulls and steers. *Meat Science*, 60(3), 211–218.
- Peeters, E., Driessen, B. & Geers, R. (2006). Influence of supplemental magnesium, tryptophan, vitamin C, vitamin E, and herbs on stress responses and pork quality. *Journal of Animal Science*, 84(7), 1827–1838.
- Peeters, E., Neyt, A., Beckers, F., Smet, S. D., Aubert, A. E. & Geers, R. (2005). Influence of supplemental magnesium, tryptophan, vitamin C, and vitamin E on stress responses of pigs to vibration. *Journal of Animal Science*, 83(7), 1568–1580.
- Petherick, J. C., Holroyd, R. G., Doogan, V. J. & Venus, B. K. (2002). Productivity, carcass and meat quality of lot-fed Bos indicus cross steers grouped according to temperament. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 42(4), 389–398.
- Petherick, J. C. & Phillips, C. J. (2009). Space allowances for confined livestock and their determination from allometric principles. *Applied Animal Behaviour Science*, 117(1–2), 1–12.

- Portaria nº 971/94 de 29 de Outubro. *Diário da República nº 251 - I Serie B*. Ministério da Agricultura, da Saúde, do Comércio e Turismo e do Ambiente e Recursos Naturais. Lisboa. Anexo I, Capítulo VI, nº 28, alínea a.
- Przybylski, W., Vernin, P. & Monin, G. (1994). Relationship between glycolitic potencial and ultimate pH in bovine, porcine and ovine muscles. *Journal of Muscle Foods*, 5(3), 245–255.
- Puolanne, E. & Aalto, H. (1981). The Incidence of Dark-Cutting Beef in Young Bulls in Finland. In D. E. Hood & P. V. Tarrant (Eds.), *The Problem of Dark-Cutting in Beef* (p. 462–475). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Puolanne, E. & Kivikari, R. (2000). Determination of the buffering capacity of postrigor meat. *Meat Science*, 56, 7–13.
- Purchas, R. W. & Aungsupakorn, R. (1993). Further investigations into the relationship between ultimate pH and tenderness for beef samples from bulls and steers. *Meat Science*, 34(2), 163–178.
- Regulamento (CE) nº 1/2005 do Conselho de 22 de Dezembro de 2004 relativo à protecção dos animais durante o transporte e operações afins. Jornal Oficial da União Europeia nº L 3, p1-44. Conselho da União Europeia. Bruxelas.
- Regulamento (CE) n.º 700/2007 do Conselho de 24 de Junho 2006 relativo à comercialização da carne de bovinos de idade não superior a doze meses. Jornal Oficial da União Europeia nº L 161, p.1-11. Conselho da União Europeia. Bruxelas.
- Regulamento (CE) n.º 1183/2006 do Conselho de 11 de Junho 2007 relativo o à grelha comunitária de classificação das carcaças de bovinos adultos. Jornal Oficial da União Europeia nº L 214, p.1-6. Conselho da União Europeia. Bruxelas.
- Rivier, C. L. & Poltsky, P. M. (1986). Mediation by corticotropin-releasing factor (CRF) of adenohipophysial hormone secretion. *Annual Review of Physiology*, 48, 75-494.
- Rushen, J. (2000). Interpretation of Behavioural Responses. In Moberg G. P., Mench J. A., *The Biology of Animal Stress: Basic Principles and Implications for Animal Welfare*. Oxford: CABI.
- Sahlin, K. (1978). Intracellular pH and energy metabolism in skeletal muscle of man. With special reference to exercise. *Acta physiologica Scandinavica*, 455, 1-56.
- Scanga, J. A., Belk, K. E., Tatum, J. D., Grandin, T. & Smith, G. C. (1998). Factors contributing to the incidence of dark cutting beef. *Journal of Animal Science*, 76(8), 2040–2047.
- Schaefer, A. L., Dubeski, P. L., Aalhus, J. L. & Tong, A. K. W. (2001). Role of nutrition in reducing antemortem stress and meat quality aberrations. *Journal of Animal Science*, 79, 91-101.
- Schaefer, A. L., Jones, S. D. M., Tong, A. K. W. & Young, B. A. (1990). Effects of transport and electrolyte supplementation on ion concentrations, carcass yield and quality bulls. *Canadian Journal of Animal Science*, 70, 107–119.

- Schaefer, A. L., Jones, S. D. & Stanley, R. W. (1997). The use of electrolyte solutions for reducing transport stress. *Journal of Animal Science*, 75, 258–265.
- Scientific Committee on Animal Health and Animal Welfare (2004). The welfare of animals during transport: (details for horses, pigs, sheep and cattle). *The EFSA Journal*, 44, 1–36.
- Scopes, R. (1971). The biochemistry of post mortem glycolysis (pp. 14–20). In Proceedings of the 17th European meeting of Meat Research Workers. Bristol: Meat Research Institute.
- Selye, H. (1950). Stress and the General Adaptation Syndrome. *British Medical Journal*, 1(4667), 1383–1392.
- Stewart, M., Webster, J. R., Schaefer, A. L., Cook, N. J. & Scott, S. L. (2005). Infrared thermography as a non-invasive tool to study animal welfare. *Animal Welfare*, 14(4), 319–325.
- Strappini, A. C., Metz, J. H. M., Gallo, C. B. & Kemp, B. (2009). Origin and assessment of bruises in beef cattle at slaughter. *Animal*, 3(05), 728–736.
- Szenci, O., Karen, A., Bajcsy, Á. C., Gáspárdy, A., de Sousa, N. M. & Beckers, J. F. (2011). Effect of restraint stress on plasma concentrations of cortisol, progesterone and pregnancy associated-glycoprotein-1 in pregnant heifers during late embryonic development. *Theriogenology*, 76(8), 1380–1385.
- Tadich, N., Gallo, C., Bustamante, H., Schwerter, M. & van Schaik, G. (2005). Effects of transport and lairage time on some blood constituents of Friesian-cross steers in Chile. *Livestock Production Science*, 93(3), 223–233.
- Tarrant, P. V., Kenny, F. J., Harrington, D. & Murphy, M. (1992). Long distance transportation of steers to slaughter: effect of stocking density on physiology, behaviour and carcass quality. *Livestock Production Science*, 30(3), 223–238.
- Tennessen, T., Price, M. A. & Berg, R. T. (1984). Comparative responses of bulls and steers to transportation. *Canadian Journal Animal Science*, 64, 334–338.
- Terlouw, E. M. C., Arnould, C., Auperin, B., Berri, C., Le Bihan-Duval, E., Deiss, V., Mounier, L. (2008). Pre-slaughter conditions, animal stress and welfare: current status and possible future research. *Animal*, 2(10), 1501–1517.
- Testo (2013). PH measurement. Acedido em Julho 21, 2013, disponível em http://www.testo.de/online/embedded/Sites/IND/SharedDocuments/ProductBrochures/ph_Measurement.pdf.
- Trunkfield, H. R. & Broom, D. M. (1990). The welfare of calves during handling and transport. *Applied Animal Behaviour Science*, 28(1–2), 135–152.
- Urban-Chmiel, R. & Grooms, D. (2012). Prevention and control of bovine respiratory disease. *Journal of Livestock Science*, 3, 27–36.
- Van De Water, G., Heylen, T., Swinnen, K. & Geers, R. (2003a). The impact of vertical vibrations on the welfare of calves. *Deutsche tierärztliche Wochenschrift*, 110(3), 111.

- Van de Water, Verjans, F. & Geers, R. (2003b). The effect of short distance transport under commercial conditions on the physiology of slaughter calves; pH and colour profiles of veal. *Livestock Production Science*, 82(2–3), 171–179.
- Velarde, A. & Dalmau, A. (2011, June 1). Avaliação do bem-estar: Protocolo Welfare Quality®. *3tres3.com.pt*. Acedido em Maio 20, 2013, Disponível em http://www.3tres3.com.pt/os-peritos-opinam/avaliac%C3%A3o-do-bem-estar-protocolo-welfare-quality®_1292.
- Viegas, I., Vieira, A., Stilwell, G., Santos, L. J., Fontes, M. A. (2011). Is there a link between beef quality and animal welfare in traditional beef systems?. *Newmedit* n. 3(2011).
- Villarroel, M., María, G., Sañudo, C., Olleta, J. & Gebresenbet, G. (2003). Effect of transport time on sensorial aspects of beef meat quality. *Meat Science*, 63(3), 353–357.
- Von Borell, E., Dobson, H. & Prunier, A. (2007). Stress, behaviour and reproductive performance in female cattle and pigs. *Hormones and Behavior*, 52(1), 130–138.
- Warner, R. D., Ferguson, D. M., McDonagh, M. B., Channon, H. A., Cottrell, J. J. & Dunshea, F. R. (2005). Acute exercise stress and electrical stimulation influence the consumer perception of sheep meat eating quality and objective quality traits. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 45(5), 553–560.
- Warriss, P. D. (2010). *Meat science: an introductory text*. (2nd ed.). Wallingford, UK ; Cambridge, Oxford: CABI.
- Warriss, P. D., Brown, S. N., Adams, S. J. M. & Corlett, I. K. (1994). Relationships between subjective and objective assessments of stress at slaughter and meat quality in pigs. *Meat Science*, 38(2), 329–340.
- Warriss, P. D. & McNally, P. W. (1996). A study of recent bruises in cattle at abattoir warris. *Veterinary Records*, 138, 126–128.
- Watts, J. M. & Stookey, J. M. (2000). Vocal behaviour in cattle: the animal's commentary on its biological processes and welfare. *Applied Animal Behaviour Science*, 67(2), 15–33.
- Webster, A. J. F. (2001). Farm Animal Welfare: the Five Freedoms and the Free Market. *The Veterinary Journal*, 161(3), 229–237.
- Welfare Quality®. (2009). *Welfare Quality® assessment protocol for cattle*. Lelystad, Holanda: Welfare Quality® Consortium.
- Welfare Quality®. (2013). Partners Welfare Quality® project. Acedido em Abril 3, 2013, disponível em <http://www.welfarequality.net/>.
- Whiting, T. L. (2000). Comparison of minimum space allowance standards for transportation of cattle by road from 8 authorities. *The Canadian Veterinary Journal*, 41(11), 855–860.
- Wyrwisz, J., Półtorak, A., Zalewska, M., Zaremba, R. & Wierzbicka, A. (2012). Analysis of Relationship Between Basic Composition, pH, and Physical Properties of Selected Bovine Muscles. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*, 56(3), 403–409

- Wulf, D. M., Emmett R. S., Leheska J. M. & Moeller S. J. (2002). Relationships among glycolytic potential, dark cutting (dark, firm, and dry) beef, and cooked beef palatability. *Journal of Animal Science*. 80(7), 1895-1903
- Young, O., West, J., Hart, A. & van Otterdijk, F. F. (2004). A method for early determination of meat ultimate pH. *Meat Science*, 66(2), 493–498.